

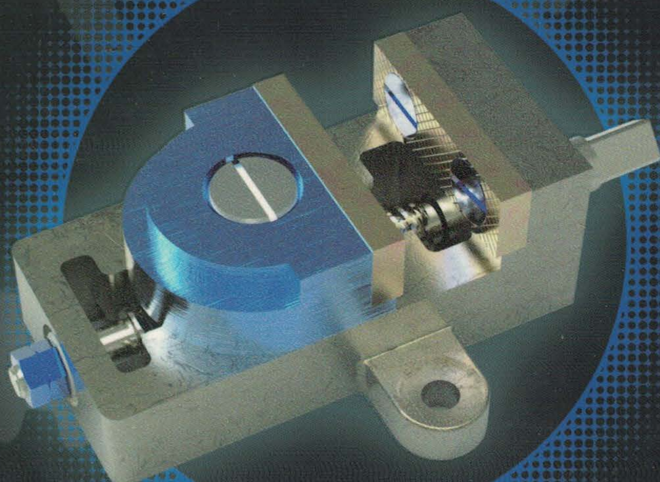
CAD/CAM/CAE工程应用丛书 UG系列

精通UG NX 9.0机械设计

◎博创设计坊 组编 钟日铭 等编著

本书核心内容包含

- NX 9.0入门知识
- NX草图设计
- 基准特征与空间曲线
- 零件设计特征
- 扫掠特征与特征操作
- 特征编辑与同步建模
- 装配设计
- 工程图
- 机械零件建模综合范例
- NX运动仿真分析





附赠超值DVD光盘
视频操作+范例素材









机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

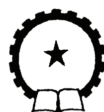
LANZAROTE Caliente.com

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 • UG 系列

精通 UG NX 9.0 机械设计

博创设计坊　组　编

钟日铭　等编著



机 械 工 业 出 版 社

本书着重于满足职业技能培训与机械设计工程师的需求，从机械设计的角度出发，结合丰富的实例资源，有序地介绍使用 UG NX 9.0 进行机械设计的典型方法与技巧等。本书共 10 章，具体内容包括 NX 9.0 入门知识、NX 草图设计、基准特征与空间曲线、零件设计特征、扫掠特征与特征操作、特征编辑与同步建模、装配设计、工程图、机械零件建模综合范例和运动仿真分析等。

本书附赠 DVD 光盘 1 张，提供了配套素材和精选的教学视频，以辅助读者学习。

本书将理论与实践相结合，内容结构编排合理，非常适合作为高等院校、职业院校机械类专业 CAD 软件实训等相关课程的教材，也可作为广大工程技术人员和社会培训机构的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

精通 UG NX 9.0 机械设计 / 博创设计坊组编；钟日铭等编著. —北京：机械工业出版社，2014.8

（CAD/CAM/CAE 工程应用丛书）

ISBN 978-7-111-47492-0

Ⅰ. ①精… Ⅱ. ①博… ②组… Ⅲ. ①机械设计-计算机辅助设计-应用软件 Ⅳ. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 169947 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：张淑谦

责任编辑：张淑谦

责任校对：张艳霞

责任印制：李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014 年 8 月第 1 版 • 第 1 次印刷

184mm×260mm • 22.75 印张 • 560 千字

0001－3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-47492-0

ISBN 978-7-89405-475-3（光盘）

定价：65.00 元（含 1DVD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

社服务中心：（010）88361066

销售一部：（010）68326294

销售二部：（010）88379649

读者购书热线：（010）88379203

网络服务

教材网：http://www.cmpedu.com

机工官网：http://www.cmpbook.com

机工官博：http://weibo.com/cmp1952

封面无防伪标均为盗版



出 版 说 明

随着信息技术在各领域的迅速渗透，CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用，从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式，对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早，使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计，而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发，以保持自己技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在工程中的应用，不但可以提高设计质量，缩短工程周期，还可以节省大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性，掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧，已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而，仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的，只有将计算机技术和工程实际结合起来，才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑，机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/ENGINEER、Creo、UG、SolidWorks、Mastercam、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用，以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本丛书立足于基本概念和操作，配以大量具有代表性的实例，并融入了作者丰富的实践经验，使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点，是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前　言

UG NX 9.0（也称 Siemens NX 9.0，简称 NX 9.0）是一款具有优良性能且集成度高的 CAD/CAM/CAE 综合应用软件，功能涵盖了产品的整个研发和制造过程，包括外观造型设计、建模、装配、工程制图、模拟分析和制造加工等。NX 系列软件在汽车、机械、航天航空、电器、玩具和模具加工等工业领域应用广泛。

当前，国家已经明确将相当一部分普通高等院校逐步转型为职业教育院校，在此背景下，机械设计等技术培训领域将得到大力发展。本书综合考虑了初学者或院校学生的一般学习规律和知识接受能力，以及机械设计职业的技能要求，对 NX 9.0 相关内容进行了合理且严谨的编排，从易到难，循序渐进，力争做到理论与实践完美结合。本书适合应用 NX 9.0 进行机械设计、产品设计等的读者使用，可以作为 UG NX 机械设计培训班学员、大中专院校相关专业师生的参考用书，也可供从事机械设计及相关行业的人员学习和参考使用。

1．本书内容及知识结构

本书共 10 章，各章的主要内容如下。

第 1 章主要从总体上介绍 NX 9.0 的一些入门知识，具体内容包括 NX 9.0 软件基础、NX 9.0 基本工作环境、文件管理基本操作、用户界面定制与系统配置、模型显示与视图操作、对象选择操作、图层、编辑对象显示与视图剖切等，目的是使读者能对 NX 9.0 软件有一定的认识，熟悉其中的一些基本操作和功能，为今后全面、深入而系统地学习打下基础。

第 2 章主要介绍 NX 草图设计的实用知识，包括草图概述、创建草图、绘制草图曲线、草图编辑与操作、草图约束、重新附着平面和草图综合绘制范例等。

第 3 章重点介绍基准特征与空间曲线的实用知识。这两方面的知识将为读者学习实体建模打下更扎实的基础。

第 4 章重点介绍零件设计特征，包括体素特征、拉伸特征、旋转特征、孔、凸台、腔体、垫块、键槽、槽、螺纹、三角形加强筋和筋板。

第 5 章主要介绍扫掠特征和一些典型的特征操作，这些典型的特征操作包括创建细节特征、关联复制、偏置/缩放、修剪体和特征组合。

第 6 章重点介绍特征编辑与同步建模的实用知识。

第 7 章深入浅出地介绍 NX 9.0 装配设计的实用知识，具体内容包括装配设计概念、组件基础、组件位置、组件高级应用、爆炸图、重用库标准件应用和低速滑轮装置装配设计。

第 8 章重点介绍基于 NX 9.0 的工程图创建，具体内容包括工程图基础、图纸页、创建各类视图、编辑视图、工程图尺寸标注与注释和机械零件工程图应用实例等。

第 9 章介绍典型的机械零件建模综合范例，具体包括轴、套与轮盘类零件建模，叉架类零件建模，箱体类零件建模，齿轮零件建模，以及弹簧零件建模。

第 10 章主要介绍 NX 运动仿真分析的一些基础知识和应用知识，让读者熟悉运动仿真环境和运动导航器，掌握连杆、运动副的应用，懂得运动分析与仿真结果的输出，了解连接器和载荷的概念等。

2．本书特点及阅读注意事项

本书结构严谨、实例丰富、重点突出、步骤详尽、应用性强，兼顾设计思路和设计技巧，是一本很好的关于 NX 9.0 机械设计的专业培训教程和自学教材。

在阅读本书时，配合书中实例进行上机操作，学习效果更佳。

本书附赠 DVD 光盘一张，内含各章的一些参考模型文件和精选的操作视频文件（AVI 视频格式），以辅助学习。

3．光盘使用说明

书中涉及的范例练习文件、应用范例参考模型文件均放在光盘根目录下的“CH#”文件夹（“#”代表着各章号）中。

提供的操作视频文件位于光盘根目录下的“操作视频”文件夹里。操作视频文件采用 AVI 格式，可以在大多数的播放器中播放，如可以在 Windows Media Player、暴风影音等较新版本的播放器中播放。

建议读者将本书光盘的内容复制到计算机硬盘中以方便读取使用。建议范例练习文件、应用范例参考模型文件的路径不要有中文字符出现，以免 UG NX 软件在读取相关文件时提示为“无效的文件名”。

本随书光盘仅供学习之用，请勿擅自将其用于其他商业活动。

4．技术支持及答疑等

如果读者在阅读本书时遇到问题，可以通过 E-mail 方式与作者联系，作者的电子邮箱为 sunsheep79@163.com。欢迎读者提出技术咨询或批评建议。另外，也可以通过用于技术支持的 QQ（617126205）联系并进行技术答疑与交流。对于读者提出的问题，作者会尽快答复。

本书主要由钟日铭编著，参与编写的还有肖秋连、钟观龙、庞祖英、钟日梅、钟春雄、刘晓云、陈忠钰、周兴超、陈日仙、黄观秀、钟寿瑞、沈婷、钟周寿、曾婷婷、邹思文、肖钦、赵玉华、钟春桃、劳国红、肖宝玉、肖秋引、肖世鹏。

书中如有疏漏之处，请广大读者不吝赐教。谢谢。

天道酬勤，熟能生巧，以此与读者共勉。

钟日铭

目　　录

出版说明
前言
第 1 章　NX 9.0 入门知识……1
1.1　NX 9.0 软件概述……1
1.2　NX 9.0 基本工作环境……2
1.2.1　启动 NX 9.0……2
1.2.2　熟悉 NX 9.0 工作界面……2
1.2.3　切换应用模块……4
1.2.4　关闭 NX 9.0……4
1.3　文件管理基本操作……4
1.3.1　新建文件……4
1.3.2　打开文件……5
1.3.3　保存文件……5
1.3.4　导入文件与导出文件……7
1.3.5　关闭文件……7
1.4　用户界面定制与系统配置……8
1.4.1　定制用户界面……8
1.4.2　使用“角色”功能……9
1.4.3　定制用户默认设置……9
1.4.4　首选项设置……9
1.5　模型显示与视图操作……10
1.5.1　视图渲染样式……10
1.5.2　视图定向……11
1.5.3　使用鼠标操控视图……12
1.5.4　适合窗口……12
1.6　对象选择操作……12
1.6.1　常规选择……12
1.6.2　使用“快速拾取”对话框……12
1.6.3　使用选择条……13
1.6.4　使用“类选择”对话框……13
1.7　图层……14
1.7.1　图层概念……14
1.7.2　图层设置……14
1.7.3　移动或复制至图层……15
1.8　编辑对象显示与视图剖切……16
1.8.1　编辑对象显示……16
1.8.2　视图剖切应用……17
1.9　思考与上机练习……20
第 2 章　NX 草图设计……21
2.1　草图概述……21
2.1.1　创建草图特征的基本流程……21
2.1.2　草图用户默认设置与首选项设置……22
2.1.3　两种草图模式……23
2.2　创建草图……25
2.3　绘制草图曲线……26
2.3.1　轮廓线……26
2.3.2　直线……27
2.3.3　矩形……27
2.3.4　圆弧……27
2.3.5　圆……28
2.3.6　草图点……28
2.3.7　椭圆……29
2.3.8　多边形……29
2.3.9　艺术样条……30
2.3.10　二次曲线……31
2.4　草图编辑与操作……31
2.4.1　圆角……31
2.4.2　倒斜角……32
2.4.3　制作拐角……32
2.4.4　快速修剪与快速延伸……32
2.4.5　偏置曲线……33
2.4.6　阵列曲线……34
2.4.7　镜像曲线……34
2.4.8　派生直线……35
2.4.9　投影曲线……36
2.4.10　添加现有曲线……36
2.4.11　交点……36
2.4.12　相交曲线……37
2.5　草图约束……37

2.5.1 尺寸约束 ……………………… 37
2.5.2 几何约束 ……………………… 38
2.5.3 设为对称 ……………………… 39
2.5.4 显示草图约束…………………… 40
2.5.5 自动判断约束和尺寸……… 40
2.5.6 创建自动判断约束和连续自动标注尺寸…………………… 40
2.5.7 自动约束与自动标注尺寸 …… 41
2.5.8 转换至/自参考对象 ………… 41
2.5.9 备选解…………………………… 42
2.5.10 显示/移除约束……………… 42
2.6 草图重新附着平面…………… 43
2.7 草图综合绘制范例…………… 43
2.8 思考与上机练习……………… 48
第 3 章 基准特征与空间曲线…………… 50
3.1 基准特征 ……………………… 50
3.1.1 基准平面 ……………………… 50
3.1.2 基准轴…………………………… 51
3.1.3 基准坐标系 …………………… 52
3.1.4 点与点集 ……………………… 53
3.1.5 光栅图像 ……………………… 55
3.2 创建基本曲线………………… 56
3.2.1 创建直线 ……………………… 56
3.2.2 创建圆弧/圆 ………………… 57
3.2.3 创建三维艺术样条…………… 58
3.2.4 创建螺旋线…………………… 59
3.2.5 创建矩形 ……………………… 60
3.2.6 创建椭圆 ……………………… 60
3.2.7 创建文本 ……………………… 60
3.2.8 创建其他基本曲线…………… 61
3.3 创建派生的曲线……………… 62
3.3.1 偏置曲线 ……………………… 63
3.3.2 在面上偏置曲线 …………… 64
3.3.3 投影曲线 ……………………… 66
3.3.4 组合投影 ……………………… 67
3.3.5 相交曲线 ……………………… 68
3.3.6 镜像曲线 ……………………… 69
3.3.7 桥接曲线 ……………………… 69
3.3.8 连结曲线 ……………………… 71
3.3.9 等参数曲线…………………… 72
3.3.10 抽取曲线与抽取虚拟曲线…………………………………… 72
3.3.11 圆形圆角曲线 ……………… 72
3.4 曲线编辑………………………… 74
3.4.1 修剪曲线………………………… 74
3.4.2 曲线长度………………………… 75
3.4.3 编辑曲线参数………………… 75
3.4.4 光顺样条与光顺曲线串 …… 75
3.4.5 模板成型………………………… 77
3.4.6 分割曲线………………………… 77
3.4.7 拉长曲线………………………… 79
3.4.8 修剪拐角………………………… 79
3.4.9 X 成形 …………………………… 79
3.5 思考与上机练习 ……………… 80
第 4 章 零件设计特征………………………… 81
4.1 体素特征………………………… 81
4.1.1 长方体…………………………… 81
4.1.2 圆柱体…………………………… 82
4.1.3 球体 ……………………………… 83
4.1.4 圆锥体…………………………… 83
4.2 拉伸 ……………………………… 84
4.3 旋转 ……………………………… 88
4.4 孔 ………………………………… 90
4.5 凸台 ……………………………… 95
4.6 腔体 ……………………………… 97
4.7 垫块 ……………………………… 100
4.8 键槽 ……………………………… 102
4.9 槽 ………………………………… 106
4.10 螺纹 …………………………… 108
4.11 三角形加强筋………………… 109
4.12 筋板 …………………………… 111
4.13 思考与上机练习……………… 112
第 5 章 扫掠特征与特征操作 ………… 114
5.1 扫掠特征……………………… 114
5.1.1 扫掠 …………………………… 114
5.1.2 沿引导线扫掠………………… 116
5.1.3 变化扫掠……………………… 117
5.1.4 管道 …………………………… 120
5.2 细节特征……………………… 121
5.2.1 边倒圆 ………………………… 121



5.2.2 倒斜角……123
5.2.3 拔模……124
5.2.4 倒圆腔体……127
5.2.5 面倒圆……129
5.3 关联复制……130
5.3.1 阵列特征……130
5.3.2 阵列面与阵列几何特征……136
5.3.3 镜像特征……137
5.3.4 镜像面与镜像几何体……138
5.3.5 抽取几何体……138
5.4 偏置/缩放特征……140
5.4.1 抽壳……140
5.4.2 缩放体……141
5.5 修剪体……142
5.6 组合……142
5.6.1 求和……143
5.6.2 求差……143
5.6.3 求交……144
5.6.4 缝合……144
5.7 思考与上机练习……145
第 6 章 特征编辑与同步建模……146
6.1 特征编辑……146
6.1.1 编辑特征参数……146
6.1.2 编辑位置……147
6.1.3 特征重排序……148
6.1.4 移动特征……148
6.1.5 抑制特征与取消抑制特征……149
6.1.6 可回滚编辑……150
6.1.7 特征回放……151
6.1.8 移除参数……152
6.1.9 编辑实体密度……152
6.2 同步建模……152
6.2.1 移动面……153
6.2.2 偏置区域……155
6.2.3 删除面……155
6.2.4 拉出面……157
6.2.5 调整圆角大小……158
6.2.6 替换面……159
6.3 思考与上机练习……160
第 7 章 装配设计……161
7.1 装配设计概念……161
7.1.1 UG NX 装配常用术语……161
7.1.2 创建装配部件文件……163
7.1.3 装配导航器……164
7.1.4 装配设计方法解析……166
7.2 组件基础……166
7.2.1 新建组件……166
7.2.2 添加组件……167
7.2.3 新建父对象……169
7.3 组件位置……170
7.3.1 装配约束……170
7.3.2 移动组件……172
7.3.3 显示和隐藏约束……173
7.3.4 记住约束……173
7.3.5 显示自由度……174
7.4 组件高级应用……174
7.4.1 阵列组件……174
7.4.2 镜像装配……177
7.4.3 替换组件……181
7.4.4 抑制组件与取消抑制组件……182
7.5 爆炸图……183
7.5.1 新建爆炸图……183
7.5.2 编辑爆炸图……183
7.5.3 自动爆炸组件……184
7.5.4 取消爆炸组件……185
7.5.5 删除爆炸图……185
7.5.6 切换爆炸图……185
7.5.7 追踪线……186
7.6 重用库标准件应用……187
7.7 低速滑轮装置装配设计……188
7.8 思考与上机练习……196
第 8 章 工程图……198
8.1 工程图概述……198
8.1.1 切换至“制图”应用模块……199
8.1.2 创建图纸文件……199
8.1.3 利用 3D 模型进行制图的基本流程……199

8.2 图纸页……201
8.2.1 新建图纸页……201
8.2.2 编辑图纸页……202
8.2.3 切换图纸页……203
8.2.4 删除图纸页……203
8.3 创建视图……203
8.3.1 基本视图……204
8.3.2 投影视图……205
8.3.3 全剖视图……206
8.3.4 半剖视图……208
8.3.5 旋转剖视图……209
8.3.6 局部剖视图……211
8.3.7 局部放大图……213
8.4 编辑视图……216
8.4.1 移动/复制视图……217
8.4.2 视图对齐……218
8.4.3 删除视图……219
8.4.4 隐藏和显示视图中的组件……219
8.4.5 更新视图……219
8.4.6 修改剖面线……220
8.5 工程图尺寸标注与注释……221
8.5.1 创建中心线……221
8.5.2 尺寸标注……224
8.5.3 文本注释……228
8.5.4 标注表面粗糙度……229
8.5.5 标注基准特征符号……231
8.5.6 标注几何公差……232
8.5.7 创建符号标注……234
8.5.8 表格注释……235
8.6 工程图综合设计范例……236
8.7 思考与上机练习……248

第 9 章 机械零件建模综合范例……250

9.1 轴、套与轮盘类零件建模……250
9.1.1 轴零件建模范例……250
9.1.2 带孔圆盘零件建模范例……260
9.1.3 带轮零件建模范例……267
9.2 叉架类零件建模……274
9.3 箱体类零件建模……281
9.4 齿轮零件建模……296
9.4.1 标准圆柱齿轮创建范例……297
9.4.2 标准圆锥齿轮创建范例……301
9.5 弹簧零件建模……307
9.5.1 圆柱压缩弹簧范例……307
9.5.2 圆柱拉伸弹簧范例……314
9.5.3 碟形弹簧范例……315
9.6 思考与上机练习……317

第 10 章 NX 运动仿真分析……319

10.1 NX 运动仿真分析概述……319
10.1.1 切换至“运动仿真”应用模块……319
10.1.2 熟悉运动导航器……319
10.1.3 运动仿真分析的基本步骤……323
10.2 创建连杆……323
10.3 创建运动副与传动副……325
10.3.1 创建运动副……325
10.3.2 创建传动副……328
10.4 新建约束……330
10.5 连接器和加载……331
10.5.1 连接器……331
10.5.2 加载……334
10.6 创建驱动……336
10.7 运动仿真解算求解及结果分析……336
10.7.1 设置解算方案类型与解算方案……337
10.7.2 解算方案求解……337
10.7.3 运动仿真的其他分析……337
10.8 运动仿真范例……339
10.8.1 齿轮传动仿真范例……339
10.8.2 铰链四杆机构运动仿真范例……344
10.9 思考与上机练习……352



第 1 章　NX 9.0 入门知识



本章导读：

UG NX 9.0（即 Siemens NX 9.0，简称 NX 9.0）是一款集 CAD/CAM/CAE 于一体的三维设计软件，广泛应用于航天航空、通用机械、汽车、模具、家用电器和消费电子等领域。

本章主要从总体上介绍 NX 9.0 的一些入门知识，具体内容包括 NX 9.0 软件基础、NX 9.0 基本工作环境、文件管理基本操作、用户界面定制与系统配置、视图操作、模型显示、对象选择操作、图层、编辑对象显示与视图剖切等，目的是使读者能对 NX 9.0 软件有一定的认识，熟悉其中的一些基本操作和功能，为今后全面、深入而系统地学习打下扎实的基础。

1.1　NX 9.0 软件概述

NX 是 Siemens PLM Software 公司成功开发的产品全生命周期管理软件（PLM），它为用户提供了一套集成、全面的产品工程解决方案，功能涵盖了产品概念设计、工业设计、机械设计、工程分析和数字化制造等各个方面。

经过不断的改进与升级，目前 NX 软件产品的较新版本为 NX 9.0。NX 9.0 由多个功能强大的应用模块组成，各应用模块由一个必备的“NX 基本环境”应用模块提供支持。“NX 基本环境”应用模块是集成了其他应用模块的应用平台，是连接所有应用模块的基础。用户可以根据设计需要，在不同的应用模块之间切换和调用数据。启动 NX 9.0 后自动运行的一个模块是“NX 基本环境”应用模块，此时，用户可以新建部件文件、打开已经存在的部件文件、指定用户默认设置和执行外部程序等。NX 9.0 的三大重要模块是计算机辅助设计（CAD）模块、计算机辅助工程（CAE）模块和计算机辅助制造（CAM）模块，各大模块相互联系和作用，各自还可具有相应的子级应用模块。其中，CAD 模块是 NX 9.0 最基础也是最重要的一大模块，它为产品的设计提供了整体的 CAD 解决方案，包括“建模”“外观造型设计”“钣金”“装配”和“制图”等子级应用模块；CAE 模块主要提供产品的机构运动仿真与有限元分析；CAM 模块则包括刀具路径规划、加工模拟仿真、后处理生成数控机床加工程序等功能，可针对加工对象的特点选择合适的工艺方式，并根据不同的工艺方式提供相应的加工策略支持，降低加工工艺成本，提高产品制造效率。另外，NX 9.0 软件采用全新的用户界面，加快了用户检索和选择工具命令的速度，提高了设计效率。

NX 系列软件在航天航空、汽车、通用机械、造船、医疗器械、工业设备、家用电器、日常消费电子产品和模具制造等领域得到了广泛的应用。当前，Siemens PLM Software 公司

的客户遍及全球，主要客户包括通用汽车、通用电气、波音公司、惠普、松下等全球知名的产品设计与制造商。

1.2　NX 9.0 基本工作环境

本节介绍 NX 9.0 基本工作环境，内容包括启动 NX 9.0、熟悉 NX 9.0 工作界面、切换应用模块和关闭 NX 9.0。

1.2.1　启动 NX 9.0

以 Windows 7 操作系统为例，在视窗桌面上双击 NX 9.0 的快捷方式图标，或者在视窗桌面左下角单击“开始”按钮并选择“所有程序”|“Siemens NX 9.0”|“NX 9.0”命令，即可启动 NX 9.0 软件，系统先是出现图 1-1 所示的 NX 9.0 启动画面，片刻之后该启动画面消失，并弹出“NX 基本环境”初始界面，如图 1-2 所示。在初始界面中，用户可以执行新建文件或打开部件文件等基本环境的一些操作。



图 1-1　NX 9.0 启动画面



图 1-2　“NX 基本环境”初始界面

1.2.2　熟悉 NX 9.0 工作界面

在 NX 9.0 初始界面中，从功能区“主页”选项卡的“标准”组中单击“新建”按钮，弹出“新建”对话框，接着在“模型”选项卡中指定所需模板（例如选择名称为“模型”的公制模板），并指定文件名和文件夹目录，单击“确定”按钮，便进入 NX 9.0 指定应用模块的工作界面，如图 1-3 所示。NX 9.0 工作界面主要由标题栏、“快速访问”工具栏、功能区、上边框条、资源条、图形窗口（工作区）和信息提示区等部分组成，下面分别介绍这些主要组成部分的功能含义。

- 标题栏：标题栏位于 NX 9.0 工作界面的最上方，主要用于显示软件名称及版本号，以及当前的应用模块图标和文件名等信息。如果当前部件已经作了修改且还没有保存，那么在其文件名后还显示有“(修改的)”提示信息。

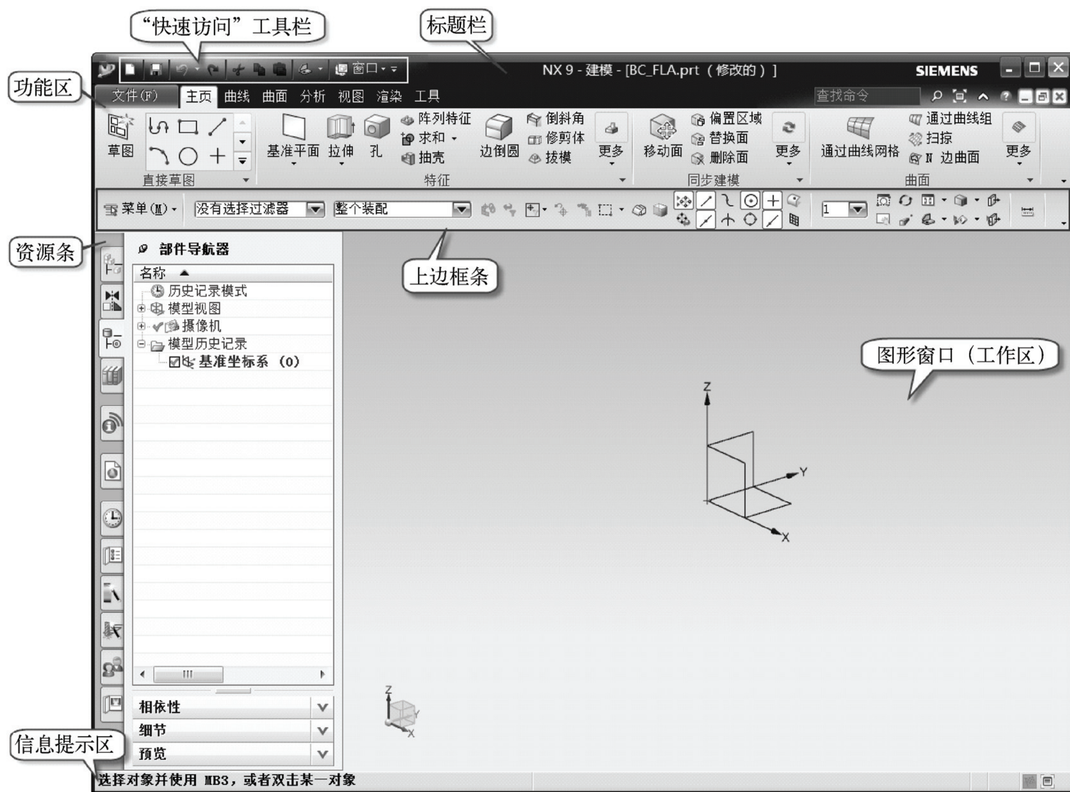


图 1-3　NX 9.0 典型的工作界面

- "快速访问"工具栏："快速访问"工具栏主要用于显示和收集一些常用工具以便用户快速访问相应的命令。在默认情况下，"快速访问"工具栏嵌入到标题栏中。用户可以根据实际需要，通过单击"快速访问"工具栏右端的"工具条选项"按钮并执行相应的操作来为该工具栏添加或移除相关的工具按钮。
- 功能区：功能区包含依据应用模块功能分类而提供的若干选项卡，每个选项卡又包含若干组工具命令。
- 图形窗口（工作区）：图形窗口是绘制草图、实体建模、产品装配和运动仿真等设计工作的主要场所。
- 上边框条：上边框条位于功能区的下方、图形窗口的上方，由"菜单"按钮 菜单(M)、"选择"工具栏（可简称为选择条）、"视图"工具栏和"使用程序"工具栏组成，如图 1-4 所示。



图 1-4　上边框条的组成

- 资源条：资源条提供多个资源选项，单击每个资源选项按钮都会打开相应的资源板。例如，单击"部件导航器"按钮，则打开"部件导航器"资源板以显示建模方

式、模型视图、摄像机和模型历史记录这些部件资源信息。

- 信息提示区：该区主要是为了实现人机对话，例如，显示命令执行过程中所需要用户做出的下一步操作，以及显示当前操作步骤或当前操作结果。

1.2.3 切换应用模块

新建或打开一个部件文件后，如果要从当前应用模块切换至其他应用模块，那么可以在功能区中打开“文件”选项卡，如图 1-5 所示，接着从“文件”选项卡的“应用模块”选项组中选择要切换至的应用模块命令选项，或者从“所有应用模块”级联菜单中选择所需的应用模块命令选项。

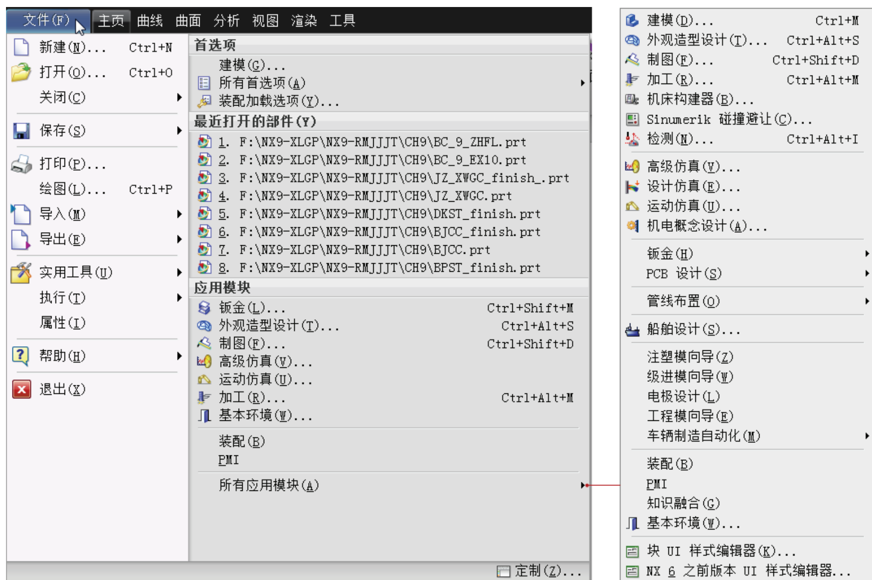


图 1-5 切换应用模块操作示意

1.2.4 关闭 NX 9.0

完成并保存 NX 作业后，若要关闭 NX 9.0，在功能区中打开“文件”选项卡并接着选择“退出”命令即可，也可以直接在标题栏的右侧单击“关闭”按钮。

1.3 文件管理基本操作

文件管理基本操作主要包括新建文件、打开文件、保存文件、导入文件与导出文件和关闭文件等。

1.3.1 新建文件

在“快速访问”工具栏中单击“新建”按钮，或者按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框，如图 1-6 所示，该对话框提供了“模型”“图纸”“仿真”“加工”“检测”“机

电概念设计”和“船舶结构”这 7 个选项卡，它们分别用于指定所要创建文件的类型，设定单位、文件名和文件夹路径（存储目录）等。需要注意的是 NX 9.0 在默认时不支持中文名和中文目录。

这里以创建一个模型部件文件为例。

1 按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“新建”对话框中切换至“模型”选项卡，在“模板”选项组“过滤器”子选项组的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在模板列表中选择名称为“模型”的模板。

3 在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入新文件名，在“文件夹”文本框右侧单击“浏览”按钮，弹出图 1-7 所示的“选择目录”对话框，通过该对话框寻找所需的文件夹，或在某文件夹路径下单击“创建新文件夹”按钮来创建一个新文件夹作为新文件的存储目录文件夹。选定存储目录文件夹后，单击“选择目录”对话框中的“确定”按钮，返回到“新建”文件夹。

4 单击“确定”按钮，从而完成创建一个模型部件文件。

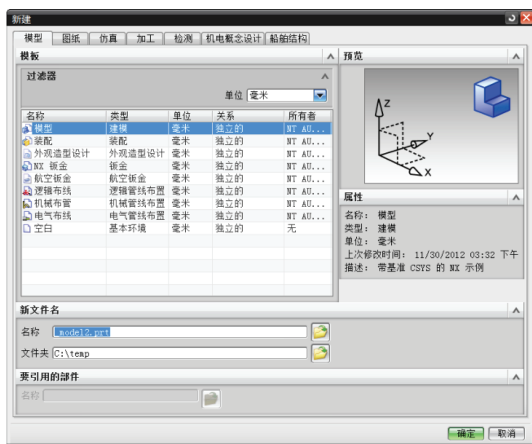


图 1-6 “新建”对话框

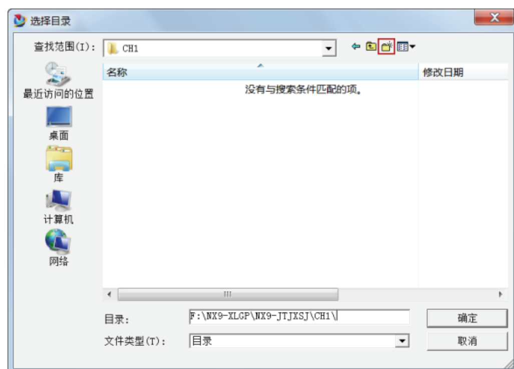


图 1-7 “选择目录”对话框

1.3.2 打开文件

在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，或者按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，如图 1-8 所示。通过“查找范围”下拉列表框指定文件查找的路径，接着在文件列表框中选择位于该路径下的所需部件文件，并可以勾选“预览”复选框以打开文件的预览，接着在对话框左下角区域设置模型加载选项，然后单击“OK”按钮。

如果要打开最近几次使用过的部件文件，那么可以在功能区中单击“文件”选项卡标签打开“文件”选项卡，接着从“最近打开的部件”列表中选择要打开的部件文件即可。

1.3.3 保存文件

在“快速访问”工具栏中单击“保存”按钮，或者按〈Ctrl+S〉快捷键，或者在功能区的“文件”选项卡中选择“保存”|“保存”命令，可以保存工作部件和任何已经修改的组件。

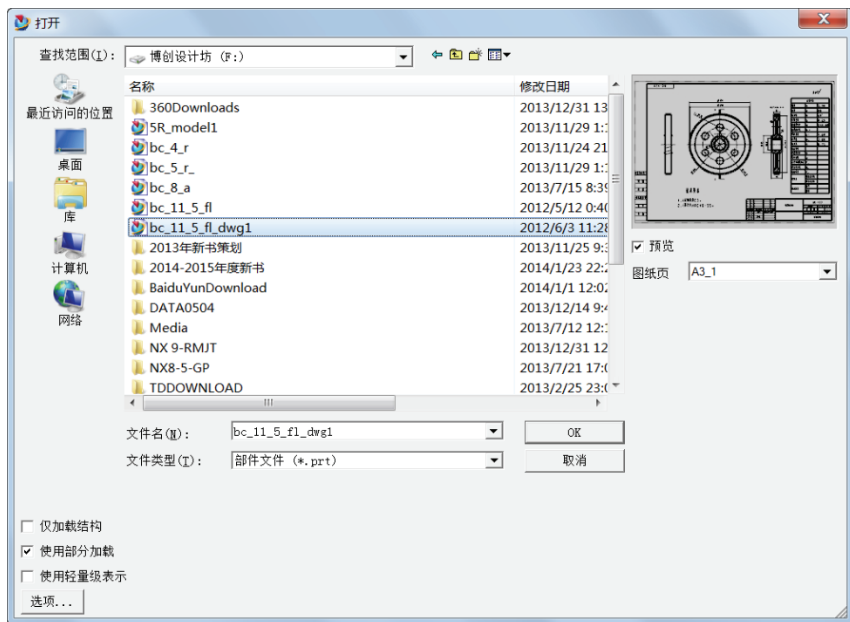


图 1-8 “打开”对话框

如果要用其他名称保存当前工作部件，那么在功能区的“文件”选项卡中选择“保存”|“另存为”命令，系统弹出图 1-9 所示的“另存为”对话框，此时可以为当前工作部件指定新的存储路径和文件名，还可以在“保存类型”下拉列表框中选择文件储存的数据格式，完成相关设置后，单击“OK”按钮。

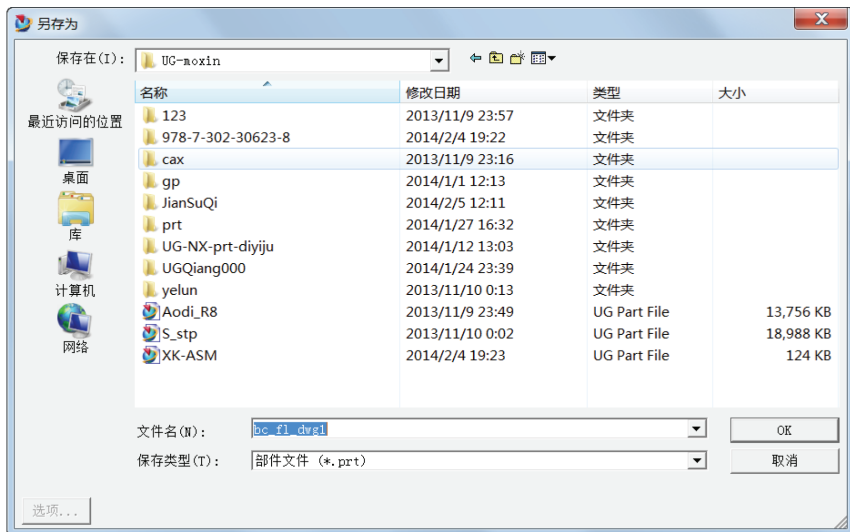


图 1-9 “另存为”对话框

在功能区“文件”选项卡的“保存”级联菜单中，除了提供了“保存”命令和“另存为”命令之外，还提供了“仅保存工作部件”命令、“全部保存”命令、“保存书签”命令和“保存选项”命令。“仅保存工作部件”命令用于仅保存工作部件；“全部保存”命令用于保

存所有已修改的部件和所有的顶层装配部件；“保存书签”命令用于在书签文件中保存装配关联，包括组件可见性、加载选项和组件组；“保存选项”命令用于定义保存部件文件时要执行的操作。

1.3.4 导入文件与导出文件

在实际工作中，由于某些用户所用设计软件的不同，在彼此需要交流和沟通的情况下，经常会进行导入文件或导出文件的操作。NX 中的导入文件操作是指将符合 NX 文件格式要求的文件导入到 NX 系统中；导出文件操作则是指将 NX 创建的文件以其他格式导出，如“Parasolid”“STL”“STEP203”“STEP214”“CATIA V5”等，导出的文件可以用相应的设计软件来打开并可以在此基础上进行设计编辑工作。文件导入与导出可能会造成个别元素丢失，这需要用户在工作时多加注意。

在功能区的“文件”选项卡中选择“导入”选项便可展开图 1-10 所示的“导入”级联菜单，接着根据要导入的文件格式选择相应的导入选项，并进行相关的导入设置操作，即可完成所选文件的导入。

在功能区的“文件”选项卡中选择“导出”选项，展开图 1-11 所示的“导出”级联菜单，接着根据要导出的文件格式选择相应的导出选项，并进行相关的导出设置操作，即可完成当前文件的导出。

图 1-10 “导入”级联菜单

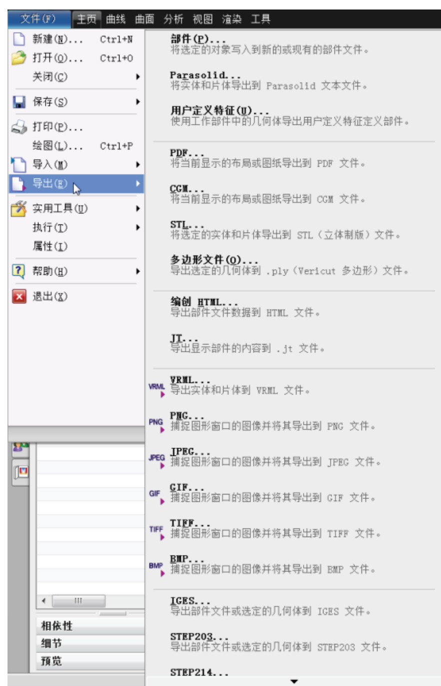


图 1-11 “导出”级联菜单

1.3.5 关闭文件

NX 9.0 为用户提供了用于关闭文件的多种命令，如表 1-1 所示，它们位于功能区“文件”选项卡的“关闭”级联菜单中。用户可以根据实际情况选择合适的关闭命令来关闭文件。

表 1-1　关闭文件的命令一览表

序　　号	命　　令	功 能 用 途
1	选定的部件	关闭选定的部件并保持会话继续运行
2	所有部件	关闭所有的部件并保存会话继续运行
3	保存并关闭	保存并关闭工作部件
4	另存并关闭	用其他名称保存工作部件并关闭
5	全部保存并关闭	保存并关闭当前会话中加载的所有部件
6	全部保存并退出	保存所有已修改的部件并结束会话
7	关闭并重新打开选定的部件	使用磁盘上存储的版本更新选定的修改部件
8	关闭并重新打开所有修改的部件	使用磁盘上存储的版本更新所有修改部件

1.4　用户界面定制与系统配置

本节介绍用户界面定制与系统配置的实用知识。

1.4.1 定制用户界面

在 NX 9.0 中，可以通过“定制”命令来定制个性化的用户界面。按〈Ctrl+1〉快捷键，或者单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“工具”|“定制”菜单命令，系统弹出图 1-12 所示的“定制”对话框，利用该对话框可以为指定菜单和工具条等添加工具命令，可以定制功能区选项卡、边框条、快捷方式、布局（如提示行和状态行位置）、界面选项（设定图标大小、屏幕提示等）、保存和加载角色等。例如，要在功能区中增加启用“应用模块”选项卡，则在“定制”对话框中切换至“功能区选项卡”选项卡，接着在“功能区选项卡”列表框中增加勾选“应用模块”复选框，如图 1-13 所示，此时，在功能区中便增加了一个“应用模块”选项卡。

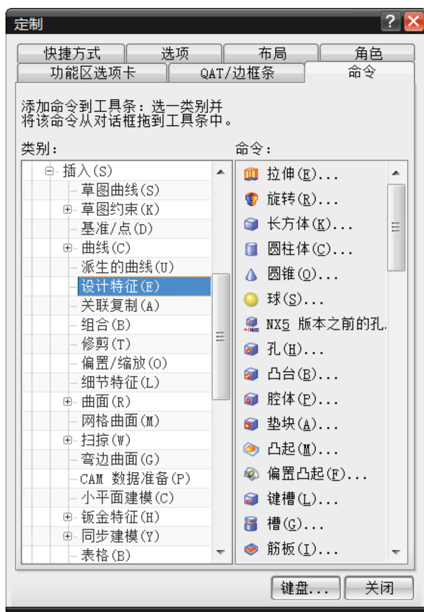


图 1-12　“定制”对话框

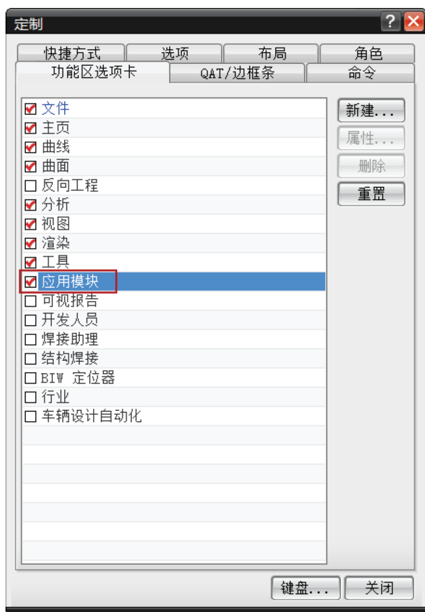


图 1-13　定制功能区要启用的选项卡

1.4.2 使用“角色”功能

NX 9.0 中的“角色”为用户提供了一种先进的界面控制方式，可以根据用户的经验水平、行业或公司标准保留相应任务所需的工具，这样就简化了 NX 的当前用户界面。不同的角色界面保留不同任务所需的工具命令。“基本功能”角色是 NX 的初始默认使用的角色，该角色的界面仅提供一些常用的命令工具，比较适合第一次使用 NX 的新手用户或临时用户使用。NX 9.0 为用户提供了多种系统默认角色，如“基本功能”角色、“CAM 基本功能”角色、“CAM 高级功能”角色、“高级”角色、“强大制图高级功能”角色和“强大制图基本功能”角色等，用户可以根据自身情况选用适合自己的角色。

要更改默认角色，在资源条中单击“角色”按钮，切换至“角色”资源板窗口，从中选择所需的角色即可，如图 1-14 所示。

本书为了介绍更多的实用功能，以 NX 9.0 使用了“高级”角色为例，书中所有范例都是在“高级”角色下进行操作的。“高级”角色提供了一组更广泛的工具命令，不但支持简单的设计任务，还支持高级的设计任务。

1.4.3 定制用户默认设置

在功能区的“文件”选项卡中选择“使用工具”|“用户默认设置”命令，打开图 1-15 所示的“用户默认设置”对话框，利用该对话框可以在站点、组和用户级别控制众多命令和对话框的初始设置和参数，即可以通过编辑其中各项来定制个性化的工作环境。设置完成后单击“确定”按钮，然后重启 NX 9.0 将使“用户默认设置”的更改生效。

图 1-14 更改默认角色

图 1-15 “用户默认设置”对话框

1.4.4 首选项设置

首选项设置也是影响 NX 工作环境的一个途径。利用功能区“文件”选项卡的“所有首



选项”菜单可以为当前正在使用的应用模块设置相关方面的首选项。例如，新建一个模型部件文件后，即在“建模”应用模块中，从功能区“文件”选项卡的“所有首选项”菜单中选择“背景”选项，系统弹出图 1-16 所示的“编辑背景”对话框，从中设置当前文件的图形窗口背景特性，如颜色和渐变效果；而如果从功能区“文件”选项卡的“所有首选项”菜单中选择“建模”命令，则弹出图 1-17 所示的“建模首选项”对话框，从中对建模命令设置参数和特性，具体包括建模的“常规”“自由曲面”“分析”“编辑”“仿真”和“更新”六大方面。

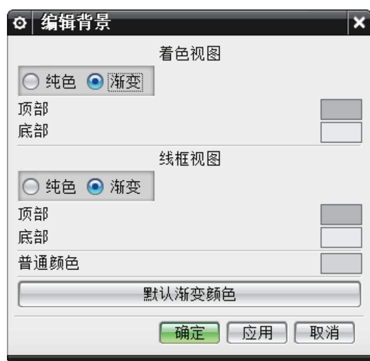


图 1-16 “编辑背景”对话框

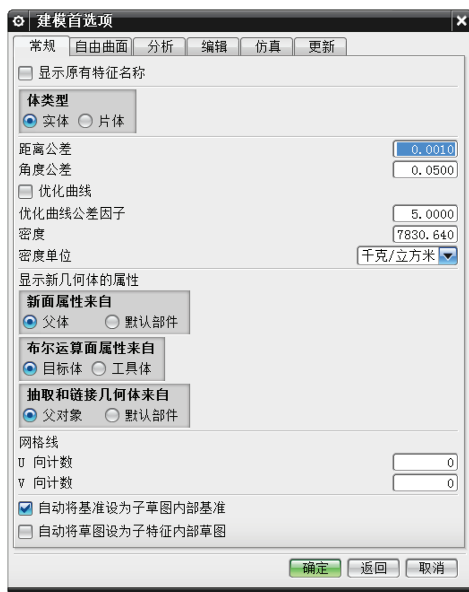


图 1-17 “建模首选项”对话框

需要特别说明的是，此后新建的文件将不继承对首选项的更改，这与用户默认设置不同。

1.5 模型显示与视图操作

在实际部件建模和产品装配过程中，离不开模型显示与视图操作。模型显示与视图操作涉及的内容较多，有些功能只有在专业人员进行渲染时才会使用，在此不加以介绍，本节仅对其中较为常用的操作进行介绍。

1.5.1 视图渲染样式

视图渲染样式也称视图显示样式。在设计工作中，为了获得不同的模型视图观察效果，通常需要对视图渲染样式进行更改。NX 9.0 提供了表 1-2 所示的几种渲染样式，用户可以在功能区“视图”选项卡的“样式”组中进行渲染样式设置，也可以在上边框条的“视图”工具栏中设定所需的渲染样式。

表 1-2　视图渲染样式

序号	渲染样式	图标	说　　明	图　　例
1	带边着色		用光顺着色和打光渲染工作视图中的面并显示面的边	
2	着色		用光顺着色和打光渲染工作视图中底面，但不显示面的边	
3	带有淡化边的线框		按边几何元素渲染（工作视图中的）面，使隐藏边淡化，并在旋转视图时动态更新面	
4	带有隐藏边的线框		按边几何元素、不可见隐藏边渲染（工作视图中的）面，并在旋转视图时动态更新面	
5	静态线框		按边几何元素渲染（工作视图中的）面，旋转视图后必须用“更新显示”工具命令来校正隐藏边和轮廓线	
6	艺术外观		根据指派的基本材料、纹理和光源实际渲染工作视图中的面	
7	面分析		用曲面分析数据渲染工作视图中的面来分析面，用边几何元素渲染剩余的面	
8	局部着色		用光顺着色和打光渲染工作视图中的局部着色面，用边几何元素渲染剩余的面	

1.5.2 视图定向

要对视图进行定向，在上边框条的“视图”工具栏中打开“定向视图”下拉列表框，如图 1-18 所示，接着从该下拉列表框中选择所需的一个按钮图标即可。可供选择的标准定向按钮图标有 8 个，即“正三轴测图”、“俯视图”、“正等测图”、“左视图”、“前视图”、“右视图”、“后视图”和“仰视图”。用户也可以在功能区“视图”选项卡的“方位”组中选择所需的定向视图按钮，如图 1-19 所示。

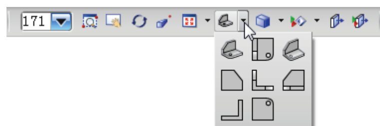


图 1-18　“视图”工具栏的“定向视图”下拉列表框

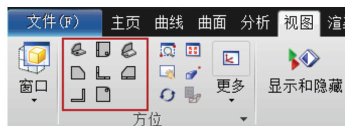


图 1-19　功能区上的定向视图工具

1.5.3 使用鼠标操控视图

在 NX 9.0 中，用户可以使用鼠标按键来快捷地对视图进行平移、缩放和旋转等操作，提高绘图建模的实际效率。使用鼠标按键操控视图的方法、步骤如表 1-3 所示。

表 1-3 使用鼠标操控视图

序 号	视 图 操 作	操作步骤/备注
1	平移	在视图中同时按住鼠标中键和右键不放，接着移动鼠标可平移视图；或者按住〈Shift〉键的同时按住鼠标中键并移动鼠标
2	缩放	在视图中同时按住鼠标左键和中键不放，接着移动鼠标可缩放视图；或者将指针置于图形窗口中，滚动鼠标中键滚轮
3	旋转	在视图中按住鼠标中键并拖动鼠标


在位于上边框条的“视图”工具栏也提供了操控视图的相应工具按钮，如“缩放”按钮、“平移”按钮和“旋转”按钮。

- “缩放”按钮：单击此按钮（对应快捷键为〈F6〉键），在图形窗口中按住鼠标左键画出一个矩形，然后松开鼠标左键，便放大视图中的某一特定区域（由矩形区域定义）。
- “平移”按钮：单击此按钮，通过按住鼠标左键并拖动鼠标来平移视图。
- “旋转”按钮：单击此按钮（对应快捷键为〈F7〉键），通过按住鼠标左键并拖动鼠标来旋转视图。

1.5.4 适合窗口

按〈Ctrl+F〉快捷键，或者在上边框条的“视图”工具栏中单击“适合窗口”按钮，可以调整工作视图的中心和比例，从而显示所有对象。

1.6 对象选择操作

在机械零件的建模过程中，很多实体的创建和编辑都涉及对象选择操作。下面对常用的对象选择操作方法进行介绍。

1.6.1 常规选择

常规选择分两种情况，一种是选择单个对象，另一种是选择多个对象。要选择单个对象，使用鼠标直接单击该对象即可；要选择多个对象，则使用上边框条中的“矩形”按钮或“套索”按钮来进行多选；要取消选择对象，按住〈Shift〉键的同时并单击该对象，或者按〈Esc〉键即可。

1.6.2 使用“快速拾取”对话框

在建模过程中，有时必须要选择某些边缘、面、特征、体对象等，但是由于在选择区域聚集了多个对象，使用常规选择方法很难准确地选择到所需对象。在这种情形下，推荐使用

“快速拾取”对话框来选择当前的某个特定对象。

当有多个对象紧靠在一起时，将鼠标指针悬停在所需对象上方不动，当指针旁边显示有 3 个点时单击鼠标左键，则系统弹出“快速拾取”对话框，如图 1-20 所示。接着在“快速拾取”对话框中单击相应的类型按钮（如“所有对象”按钮、“特征”按钮或“体对象”按钮等）以使对象列表框只显示设定类型的对象，将鼠标移至对象列表框中的某一个对象时，则该对象在图形窗口中高亮显示，此时单击鼠标左键即可选择到该特定对象。

1.6.3 使用选择条

在执行某些命令的操作过程中，可以利用位于上边框条中的选择条（见图 1-21）来进行选择过滤器设置，以便于准确地选择所需的对象。



图 1-20 “快速拾取”对话框

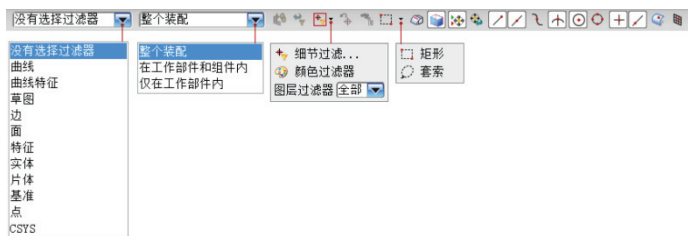


图 1-21 选择条

1.6.4 使用“类选择”对话框

如果在事先没有选择对象的情况下执行某些编辑工具命令，系统可能会弹出图 1-22 所示的“类选择”对话框，接着可通过该对话框提供的以下几种过滤器来选择对象。各种过滤器可以组合使用，必要时可以使用对话框中的“反选”按钮功能。



图 1-22 “类选择”对话框

● 类型过滤器：通过指定对象的类型来限制选择范围。

● 图层过滤器：通过指定对象所在的图层来限制选择范围。
● 颜色过滤器：通过指定对象的颜色来限制选择范围。
● 属性过滤器：通过指定对象的属性来限制选择范围。

1.7 图层

同很多主流的设计软件一样，NX 也具有图层的概念。本节分别介绍图层概念、图层设置、移动至图层和设置图层可见性等。

1.7.1 图层概念

NX 中的图层好比一张透明的薄纸，用户可以根据需要使用相关的设计工具在该“薄纸”上绘制所需的对象（可以是任何数目的对象），这些透明的薄纸在图形窗口中叠放在一起便形成了整个的项目模型。NX 部件预设有 256 个图层，但仅有一个图层是当前工作图层。所有的操作只能在工作图层上进行，其他图层可通过可见性等设置进行辅助工作以达到设计的目的和效果。如果要在某层中创建对象，那么应该在创建该对象前将该层设为工作图层。

NX 图层的类别范围习惯上可以这样分类：1～10 号图层为实体（Solid）层、11～20 号图层为片体（Sheets）层、21～40 号图层为草图（Sketch）层、41～60 号图层为曲线（Curve）层、61～80 号图层为基准对象（Datum）层、81～256 号图层为用户自定的图层。用户可根据设计需要对所构建的对象进行层管理，这种良好习惯有利于大型设计项目的内容管理。

用户需要了解表 1-4 所列出的几种图层性质（状态）。

表 1-4 图层的 4 种性质（状态）

序 号	图层性质（状态）	说 明
1	工作图层	工作图层是当前创建模型对象所在的图层，NX 只允许设定一个图层作为当前图层
2	可选图层	可选图层包含的对象可以显示，并可以对该对象隐藏、删除或基于该对象创建其他对象，但是新创建的对象位于当前工作图层上
3	不可见图层	包含的对象在图形窗口中不被显示，也不被选择，除工作图层外任何其他层都可设为不可见图层，用户可以根据需要改变图层的性质
4	仅可见图层	包含的对象在图形窗口中显示，但是不可选择，除工作图层外任何其他层都可设为仅可见图层，用户可以根据需要改变图层的性质

1.7.2 图层设置

单击“菜单”按钮（菜单(M)）并接着选择“格式”|“图层设置”命令，或者在功能区“视图”选项卡的“可见性”组中单击“图层设置”按钮，打开图 1-23 所示的“图层设置”对话框，从中可查找来自对象的图层，设置工作图层、可见和不可见图层，并可以定义图层的类别名称等。用户需要掌握图层设置的以下几个操作。

1）当“查找以下对象所在的图层”选项组中的“选择对象”按钮处于被选中状态时，在图形窗口中选择所需对象，即可选择当前对象所在的图层。

2）在“工作图层”选项组的“工作图层”文本框中输入要设为当前工作图层的层号，按〈Enter〉键，此时所输入的层号在“图层/状态”列表框中标识有“（工作）”字样。对于

其他图层，可以通过在“图层/状态”列表框中单击对应的属性复选框来改变其图层属性。另外，亦可通过上边框条“视图”工具栏的“工作图层”框来设定工作图层，即定义创建时对象所在的图层。

3）在“图层”选项组中可按范围/类别等设置来筛选图层，在筛选图层时，需要注意“显示”下拉列表框的选项设置。

4）在“图层”选项组中单击“添加类别”按钮，在“图层/状态”列表框中会显示新创建的类别名称，用户可以对新创建的类别进行重新命名。

5）选择所需的图层后，在“图层”选项组中展开“图层控制”子选项组，如图 1-24 所示，此时可以单击相应的按钮来定义其图层性别（状态），如设为可选、设为工作图层、设为仅可见、设为不可见。



图 1-23　“图层设置”对话框



图 1-24　“图层控制”子选项组

6）如果在“图层控制”子选项组中单击“信息”按钮，则弹出一个“信息”窗口，该“信息”窗口提供了当前工作部件的所有图层信息，以便用于查找感兴趣的图层信息。

1.7.3　移动或复制至图层

可以将对象从一个图层移动或复制到另一个图层中去。下面分别介绍。

1．移动至图层

要将选定对象移动到另一个图层，则可以按照以下的方法、步骤来进行。

1 在没有先选择图形对象的情况下，在功能区“视图”选项卡的“可见性”组中单击

“移动至图层”按钮，系统弹出图 1-25 所示的“类选择”对话框。

2 通过“类选择”对话框选择要移动的对象，注意在进行选择操作时可以巧妙地使用合适的过滤器来限定对象选择范围。选择好要移动的对象后单击“确定”按钮，系统弹出图 1-26 所示的“图层移动”对话框，同时 NX 系统提示用户选择要放置已选对象的图层。



图 1-25 “类选择”对话框

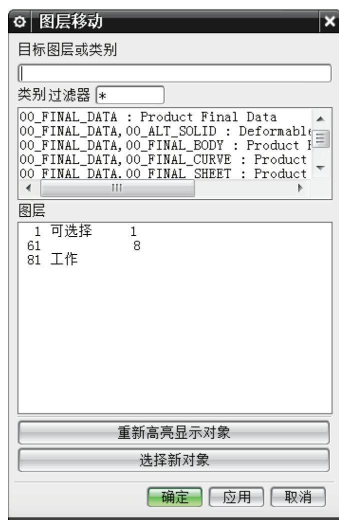


图 1-26 “图层移动”对话框

3 注意类别过滤器的设置，在图层列表中选择要放置已选对象的图层，在“目标图层或类别”文本框将显示选择的结果（如目标图层）。

为了确认要移动的对象准确无误，可以在“图层移动”对话框中单击“重新高亮显示对象”按钮，这样已选对象将在图形窗口中高亮显示。如果要选择新对象，那么可单击“选择新对象”按钮，接着利用打开的“类选择”对话框来选择要移动的新对象。

4 确认要移动的对象和要移动到的目标图层后，在“图层移动”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮。

2．复制至图层

在功能区“视图”选项卡的“可见性”组中单击“更多”|“复制至图层”按钮，可以将选定对象从一个图层复制到另一个指定的图层中。这个工具命令在建模中非常实用，在不知道是否需要对当前对象进行编辑时，可以先将其复制到另一个图层，然后可以对当前对象进行编辑，如果编辑失误还可以调用复制副本对象。

“复制至图层”的具体操作方法和“移动至图层”类似，在这里不再赘述。

1.8 编辑对象显示与视图剖切

本节介绍编辑对象显示与视图剖切两方面的内容。

1.8.1 编辑对象显示

要编辑对象显示，则单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“编辑”|“对象显示”命

令，弹出“类选择”对话框，利用“类选择”对话框选择要编辑的对象后单击“确定”按钮，弹出“编辑对象显示”对话框。“编辑对象显示”对话框提供了“常规”和“分析”两个选项卡，分别如图 1-27a 和图 1-27b 所示。其中，利用“常规”选项卡可以修改对象的图层、颜色、线型、宽度、透明度、着色和线框显示等；利用“分析”选项卡可以修改对象的分析显示状态，包括曲面连续性显示、截面分析显示、曲线分析显示、曲面相交显示、偏差度量显示和高亮线显示等方面。





图 1-27 “编辑对象显示”对话框

a)“常规”选项卡 b)“分析”选项卡

1.8.2 视图剖切应用

在机械设计工作中，当观察比较复杂的机械零件（如腔体形式的零件）或机械装配体时，可以使用视图剖切工具，以在工作视图中通过假想的平面剖切实体模型，并假设去除实体的多余部分，从而便于对模型内部结构进行观察或进一步操作，这样有利于评估设计是否合理和准确。对于装配体，还可以通过视图剖切直观地检查干涉情况。

“视图”工具栏中的“编辑截面”按钮用于编辑工作视图截面或者在没有截面的情况下创建新的截面，装配导航器将列出所有现有截面。创建好剖切截面后，可以通过“视图”工具栏中的“切换截面”按钮来设置是否启用“视图剖切”，以使视图在剖切状态和非剖切状态之间切换。

在上边框条的“视图”工具栏中单击“编辑截面”按钮，弹出图 1-28 所示的“视图截面”对话框。单击“编辑截面”按钮时，则“视图”工具栏中的“切换截面”按钮自动切换到被选中的状态（自动被按下）。在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中提供了用于定义视图截面的 3 个选项，包括“一个平面”“两个平行平面”和“方块”。不管选择哪个类型，都需要确定截面名称、剖切平面、偏置参数，还可根据设计需要进行显示设置、截断面设置、2D 查看器设置、截面系列设置等。

下面通过一个典型的范例介绍视图剖切工具（包括“编辑截面”按钮和“切换截面”按钮）的应用方法和步骤。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择本书配套的“CH1/BC_1_DIZHUO.prt”文件，单击“OK”按钮，该文件已有的实体模型如图 1-29 所示。

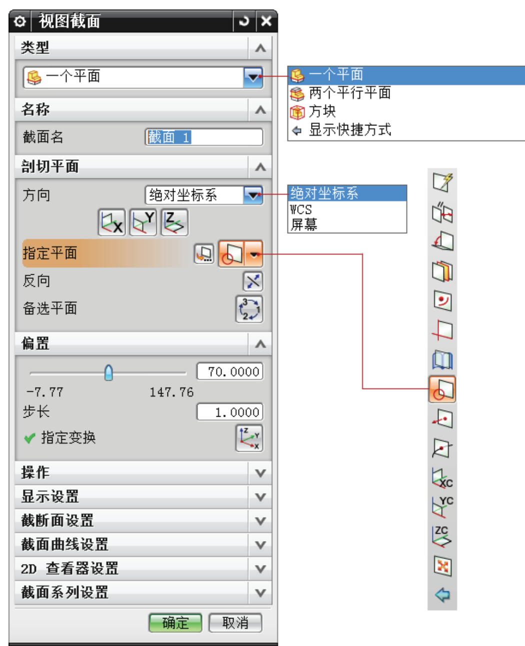


图 1-28 “视图截面”对话框

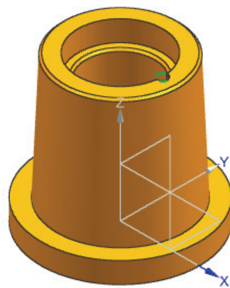


图 1-29 已有的实体模型

2 在上边框条的“视图”工具栏中单击“编辑截面”按钮，弹出“视图截面”对话框。

3 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“一个平面”选项。

4 在“名称”选项组的“截面名”文本框中接受默认的截面名为“截面 1”。用户可更改默认的截面名。

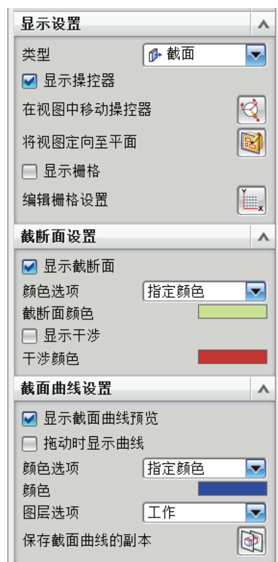
5 在“剖切平面”选项组的“方向”下拉列表框中选择“绝对坐标系”选项，接着单击“设置平面至 Y”按钮，在“偏置”选项组中设置偏置值为 0。


如果通过“设置平面至 X”按钮、“设置平面至 Y”按钮和“设置平面至 Z”按钮无法得到所需的剖切平面，那么还可以利用“指定平面”下拉列表框的平面选项来定义所需的剖切平面。指定剖切平面后，可以通过在“偏置”选项组中拖动滑块来在图形窗口中动态观察模型截面变化情况。

6 展开“显示设置”选项组，从“类型”下拉列表框中选择“截面”选项，勾选“显示操控器”复选框；展开“截断面设置”选项组，勾选“显示截断面”复选框，接受默认的颜色选项和截断面颜色；展开“截面曲线设置”选项组，勾选“显示截面曲线预览”复选框，接受默认的颜色选项和颜色，图层选项为“工作”。此时如图 1-30 所示。



如果在“显示设置”选项组的“类型”下拉列表框中选择另外一个选项，即“切面”选项，并取消勾选“显示操控器”复选框，那么此时在图形窗口中只显示切面效果，如图 1-31 所示。



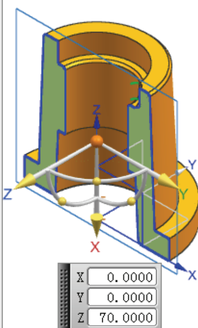


图 1-30 进行显示、截断面和截面曲线设置

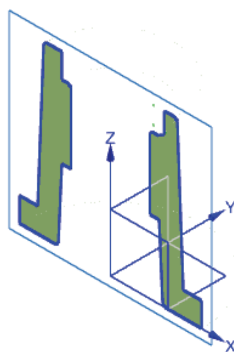


图 1-31 切面显示

7 展开“2D 查看器设置”选项组，勾选“显示 2D 查看器”复选框，则弹出一个“2D 截面查看器”窗口显示 2D 截面，如图 1-32 所示。用户可以根据设计情况设置 2D 视图中的着色端盖预览，指定旋转方位等。

8 展开“截面系列设置”选项组，如图 1-33 所示，在“截面数”文本框中设置截面数为 1，截面间距采用默认值。



图 1-32 设置显示 2D 查看器

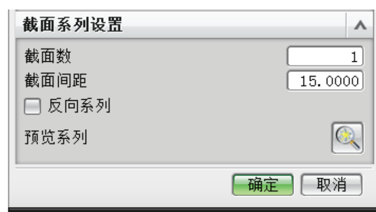


图 1-33 截面系列设置

9 单击“确定”按钮，此时“视图”工具栏中的“切换截面”按钮处于被选中的状态，可以在图形窗口中保持启用视图剖切状态，如图 1-34 所示。

10 在“视图”工具栏中单击“切换截面”按钮，以取消选中它，将模型视图恢复到完整的原始显示状态。此时，在资源条上单击“装配导航器”按钮，打开装配导航器，可

以在“截面”节点下看到刚创建的“截面 1”节点标签，如图 1-35 所示。

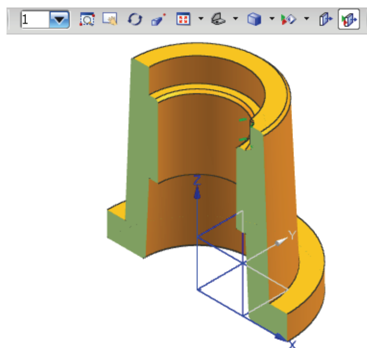


图 1-34　完成创建截面

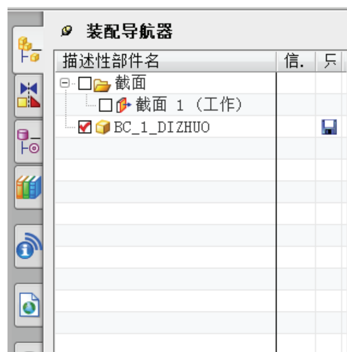


图 1-35　装配导航器

1.9　思考与上机练习

1）NX 9.0 的工作界面主要由哪些部分组成？其中上边框条包括哪些要素？

2）在 NX 9.0 中，保存文件的命令有哪些？分别用在什么情况下？

3）使用“角色”可以有哪些优势？

4）如何使用鼠标操控视图方位？

5）在 NX 9.0 中，对象选择操作主要有哪些方式？

6）如何理解 NX 中的“图层”概念？

7）如何编辑对象显示？

8）请总结创建视图剖切截面的一般方法和步骤。

9）上机练习：打开本书配套的“CH1/BC_1_EX9”文件，练习的模型效果如图 1-36 所示，在该文件中分别进行视图定向、更改各种视图渲染样式、编辑对象显示、视图剖切等练习操作。

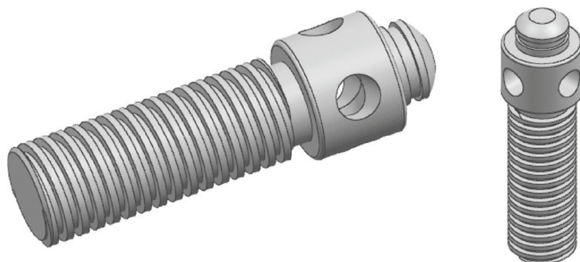


图 1-36　练习模型



第 2 章 NX 草图设计

本章导读：

草图设计是三维模型设计的一个基础，很多三维模型的建模都依赖于所关联的草图，例如，通过对二维草图轮廓进行拉伸、旋转、扫掠等操作可以生成实体或片体对象。

本章主要介绍 NX 草图设计的实用知识，包括草图基础、创建草图、绘制草图曲线、草图编辑与操作、草图约束、重新附着平面和草图综合绘制范例等。

2.1 草图概述

草图是指特定平面上的曲线和点的集合，草图中的曲线和点可以通过尺寸约束和几何约束来实现参数化驱动。很多特征的建模都离不开草图设计。创建的草图可以用于生成拉伸、旋转或扫掠等实体特征，所生成的实体特征与草图之间存在着关联性，修改草图时，关联的实体特征也会自动更新。这样，模型特征的修改工作效率就会较高。

草图特征通常应用在表 2-1 所示的几种场合。

表 2-1 草图特征常应用在的几种场合

序 号	适 用 场 合
1	如果实体模型的形状自身适合通过拉伸或旋转等操作完成时，可以创建用于拉伸或旋转等的草图截面
2	创建草图用作扫掠特征的引导路径或用作自由形状特征的生成母线等
3	当用户需要通过参数化控制平面曲线时
4	用于构建 2D 概念布局

下面介绍草图绘制的基本流程、草图预设置和两种草图模式。

2.1.1 创建草图特征的基本流程

NX 9.0 的草图绘制与编辑功能是很强大的。在 NX 9.0 中创建草图特征的基本流程如下。

1 根据建模目标确定其设计意图，按用户公司标准设置所需建立草图的层，并可以定制关于草图方面的用户默认设置。有关草图的放置层和用户默认设置，用户亦可接受默认处置。

2 建立草图。在常规情况下，选择和定向草图平面进入草图绘制状态，可以对草图进行命名，并可以根据需要进行草图参数预设置。

3 根据设计意图绘制和编辑草图曲线，可以先使用相关的草图工具大致绘制曲线，再对其进行相应编辑，添加尺寸约束和几何约束，以使草图曲线达到设计要求。

4 完成草图。

2.1.2 草图用户默认设置与首选项设置

用户可以提前定制草图的用户默认设置，其方法是在功能区“文件”选项卡中选择“实用工具”|“用户默认设置”命令，弹出“用户默认设置”对话框，接着在左侧区域的类别列表框中选择“草图”类别，再选择该类别下的“常规”“自动判断的约束和尺寸”或“选择意图规则”子类别，可以分别为草图的这些子类别定制相应的用户默认设置。例如，选择“草图”类别下的“常规”子类别，如图 2-1 所示，此时可定制以下内容的用户默认设置。

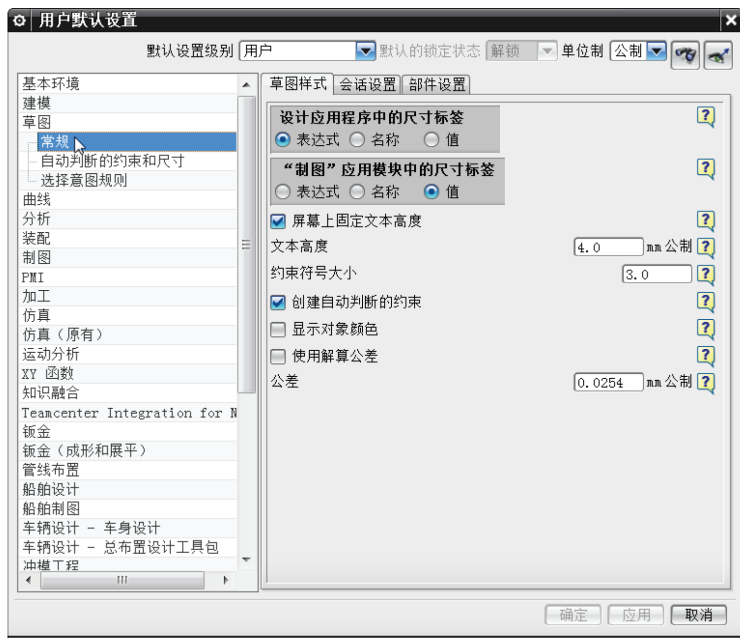


图 2-1 定制草图常规内容的用户默认设置

- 草图样式：在“草图样式”选项卡中，主要设置设计应用程序中的尺寸标签、“制图”应用模块中的尺寸标签、文本高度、约束符号大小、是否创建自动判断的约束等。例如，将文本高度更改为“4”。
- 会话设置：在“会话设置”选项卡中，主要对捕捉角、任务环境、名称前缀等进行默认设置。
- 部件设置：在“部件设置”选项卡中，主要对草图中各种对象的颜色进行默认设置，这些对象包括曲线、约束和尺寸、自动尺寸、约束过多的对象、冲突对象、未解算的曲线、参考尺寸、参考曲线、部分约束曲线、完全约束曲线、过时的曲线和尺寸、自由度箭头、配方曲线以及不活动草图。

需要注意的是对用户默认选项的更改要在重新启动 NX 会话后才生效。

另外，新建或打开一个部件文件后，用户也可以对当前部件的草图进行首选项设置。在功能区的“文件”选项卡中选择“所有首选项”|“草图”命令，打开图 2-2 所示的“草图首选项”对话框，从中设置控制草图任务环境的行为和草图对象显示的首选项，内容包括“草图设置”“会话设置”和“部件设置”3 个方面。用户首选项设置只作用于当前文件，而新建文件不继承对首选项的更改，而是继承自用户默认设置。



a) b) c)

图 2-2 “草图首选项”对话框

a)“草图设置”选项卡 b)“会话设置”选项卡 c)“部件设置”选项卡

2.1.3 两种草图模式

在 NX 中有两种草图模式，即草图任务环境模式和直接草图模式。

1. 草图任务环境模式

NX 9.0 为用户提供传统的、集中了一系列草图工具的草图任务环境，从中可以很方便地控制草图的建立选项和关联模型的更新行为。通常，在二维方位中建立新草图时，或者编辑某特征的内部草图时，可以选择草图任务环境模式绘制、编辑草图。

在上边框中单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“插入”|“在任务环境中绘制草图”命令，或者在功能区“曲线”选项卡中单击“在任务环境中绘制草图”按钮，打开“创建草图”对话框，利用该对话框指定草图类型、草图平面、草图方向和草图原点等后单击“确定”按钮，进入草图任务环境。在草图任务环境中，功能区的“主页”选项卡提供了“草图”“曲线”和“约束”3 个组的工具集，如图 2-3 所示。



图 2-3 草图任务环境的功能区“主页”选项卡

NX 9.0 会自动为新创建的草图赋予一个有数字扩展名的默认名，如“SKETCH_000”，



该草图名显示在功能区“主页”选项卡的“草图”组的“草图名”下拉列表框中。使用此“草图名”下拉列表框可以定义当前草图的名称（即命名草图）或激活一个现有的草图（通过从列表中选择）。

在草图任务环境中使用相关工具完成创建草图曲线之后，在“草图”组中单击“完成”按钮，即可完成草图特征并退出草图任务环境。

2．直接草图模式

直接草图只需进行少量的鼠标单击操作，便可以快速方便地绘制和编辑草图。通常，当要在当前模型方位中创建新草图、实时查看草图改变对模型的影响，或编辑有限数的下游特征草图时，可选择直接草图模式来绘制草图。

在“建模”应用模块的功能区“主页”选项卡中有一个“直接草图”组，使用“直接草图”组中的工具按钮可以在当前应用模块中直接创建平面上的草图，而无须进入草图任务环境中。当使用“直接草图”组中的工具按钮创建点或曲线时，NX 将建立一个草图并将其激活，此时新草图名出现在部件导航器中的模型历史树中，指定的第一点（可在屏幕位置、点、曲线、表面、平面、边、指定平面、指定基准坐标系上定义第一点）将定义草图平面、方向和原点。例如，在“直接草图”组中单击“直线”按钮，将弹出一个“直线”对话框，如图 2-4 所示，接着在图形窗口中指定第一点作为直线的起点，而此时 NX 根据指定的第一点自动判断一个草图平面，并且“直线”对话框不再提供用于定义草图平面的“草图”按钮，接着指定另一点便可在该默认草图平面上绘制一条直线，然后还可以继续在“直接草图”组中单击其他所需的草图工具来在当前草图平面上绘制其他草图对象。

如果先在“直接草图”组中单击“草图”按钮，则系统弹出“创建草图”对话框，接着定义草图平面等，单击“确定”按钮，进入草图绘制状态，此时“直接草图”组提供更多可用的直接草图工具，如图 2-5 所示。接下去便可以使用直接草图工具在当前指定的草图平面上添加曲线，以及为曲线添加尺寸和几何约束等，相关操作和在草图任务环境中绘制草图的操作是基本一致的。要退出直接草图模式，单击“完成草图”按钮即可。



图 2-4　在“直接草图”组中单击“直线”按钮　　图 2-5　先单击“草图”按钮并指定草图平面的情形

下面主要以使用草图任务环境绘制草图为例，介绍草图设计的相关实用知识。采用直接

草图模式绘制草图的操作也类似。

2.2 创建草图



要创建草图，则可以在功能区“曲线”选项卡中单击“在任务环境中绘制草图”按钮，弹出图 2-6 所示的“创建草图”对话框，利用该对话框创建草图并进入草图任务环境。在“草图类型”选项组的下拉列表框中指定草图的创建类型是“在平面上”或是“基于路径”。在很多场合下，选择草图的创建类型是“在平面上”。下面分别予以介绍。

1．在平面上

在“草图类型”选项组的下拉列表框中选择“在平面上”选项时，需要分别在“草图平面”选项组、“草图方向”选项组、“草图原点”选项组和“设置”选项组进行相应的设置操作。

- “草图平面”选项组：在该选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“自动判断”“现有平面”“创建平面”或“创建基准坐标系”选项，即可以通过所选方式来定义草图平面，并可以根据需要单击“反向”按钮来更改草图平面的法向。
- “草图方向”选项组：用于对草图平面的水平轴参考方向和竖直轴参考方向进行重新设定，设定后也可以根据需要单击“反向”按钮来更改其水平轴参考方向和竖直轴参考方向。
- “草图原点”选项组：用于对草图平面的坐标原点进行重新设定。
- “设置”选项组：在该选项组中可以设置创建中间基准 CSYS 和关联原点等。

2．基于路径

在“草图类型”选项组的下拉列表框中选择“基于路径”选项时，需要分别定义路径、平面位置、平面方位和草图方向，如图 2-7 所示。

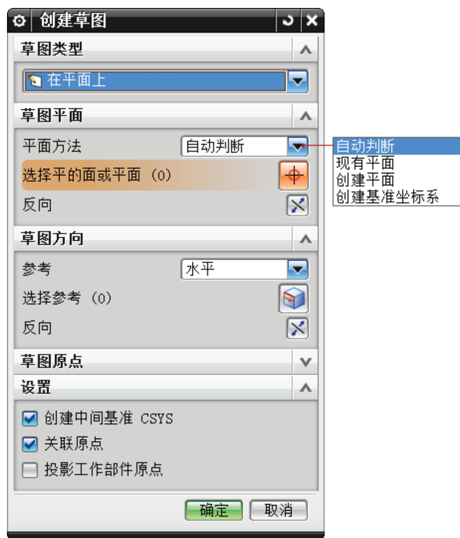


图 2-6 “创建草图”对话框



图 2-7 选择“草图类型”为“基于路径”时

- “路径”选项组：用于选择曲线或边作为路径。只有“草图类型”为“基于路径”时，“创建草图”对话框才提供该选项组。
- “平面位置”选项组：该选项组用于在所选的曲线或边上定义平面的位置。在该选项组的“位置”下拉列表框中选择“弧长”“弧长百分比”或“通过点”位置选项，接着根据所选的位置选项设置相应的参数或指定要通过的点，从而定义平面的位置。该选项组也只有在“基于路径”草图类型时才提供。
- “平面方位”选项组：用于通过设定的方向方式（如“垂直于路径”“垂直于矢量”“平行于矢量”或“通过轴”）来定义平面方位。
- “草图方向”选项组：该选项组用于定义基于路径的草图平面的草图方向，其定义方法有“自动”“相对于面”和“使用曲线参数”。

2.3　绘制草图曲线

在功能区“曲线”选项卡中单击“在任务环境中绘制草图”按钮，利用弹出的“创建草图”对话框定义好草图平面后单击“确定”按钮，进入草图任务环境中。接着可以在草图任务环境的功能区的“主页”选项卡中，使用“曲线”组中的相关草图曲线工具绘制草图曲线。本节介绍如何绘制轮廓线、直线、矩形、圆弧、圆、草图点、椭圆、多边形、艺术样条和二次曲线等。

2.3.1 轮廓线

单击“轮廓”按钮，弹出图 2-8 所示的“型材（轮廓）”对话框，利用此对话框以线串形式创建一系列连接的曲线（由直线和圆弧组合），其中上一条曲线的终点变成下一条曲线的起点。要绘制轮廓线的直线段，则需要在“型材（轮廓）”对话框的“对象类型”选项组中单击“直线”按钮；要绘制轮廓线的圆弧段，则需要在“对象类型”选项组中单击“圆弧”按钮。输入模式与指定的对象类型配合使用，“坐标模式”按钮用于在出现的屏显文本框中分别输入曲线点的 XC 值和 YC 值来绘制草图曲线，“参数模式”按钮则用于在出现的屏显文本框中输入曲线参数来绘制草图曲线。

绘制轮廓线的典型示例如图 2-9 所示，该轮廓线由两段直线和一段圆弧组成（中间段为圆弧），最后一段直线的终点采用“参数模式”来定义，此时在屏显文本框中分别指定长度和角度。

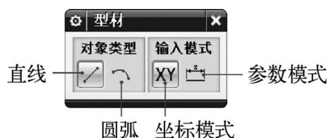


图 2-8　“型材（轮廓）”对话框

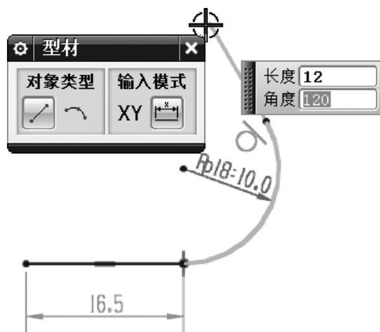


图 2-9　绘制轮廓线的典型示例

2.3.2 直线

可以用约束自动判断创建直线。单击“直线”按钮，弹出图 2-10 所示的“直线”对话框，直线的输入模式分为两种，即“坐标模式”和“参数模式”。默认时，直线的第 1 点通过坐标模式来输入其 *XC* 值和 *YC* 值，而第 2 点则是通过参数模式（输入其相对于第 1 点的“长度”和“角度”值）来定义的，如图 2-11 所示。直线第 2 点也可以通过坐标模式来定义。



图 2-10 “直线”对话框

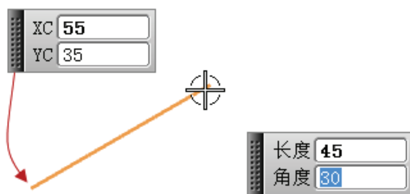


图 2-11 绘制直线示例

2.3.3 矩形

要创建矩形，则单击“矩形”按钮，弹出图 2-12 所示的“矩形”对话框。创建矩形的方法有 3 种，输入模式同样有“坐标模式”和“参数模式”之分。下面介绍创建矩形的以下这 3 种方法。

- “按 2 点”：通过指定两个点创建矩形，所选的两个点作为矩形的一对对角点，如图 2-13 所示。



图 2-12 “矩形”对话框

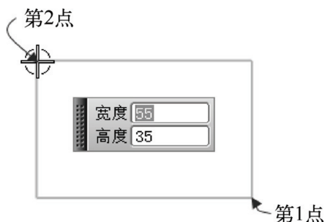


图 2-13 “按 2 点”绘制矩形

- “按 3 点”：通过指定 3 个点创建矩形，第 1 点和第 2 点定义矩形的一条边，第 3 点则定义矩形的另一条边，如图 2-14 所示。
- “从中心”：通过中心创建矩形，第 1 点为矩形的中心，第 2 点到第 1 点之间的距离为矩形一边边长的 1/2，第 3 点到第 2 点之间的距离为矩形另一条边长的 1/2，如图 2-15 所示。

2.3.4 圆弧

可以通过指定 3 点或通过指定其中心和端点来创建圆弧。单击“圆弧”按钮，弹出图 2-16 所示的“圆弧”对话框，接着分别指定圆弧方法和输入模式，并进行相应的操作来绘制圆弧。圆弧方法方法有以下两种。



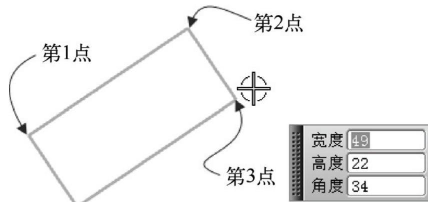


图 2-14 “按 3 点”绘制矩形

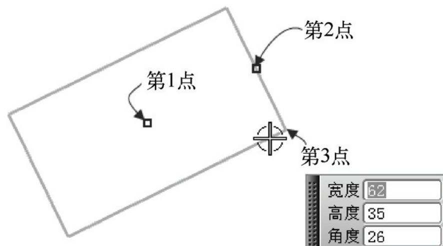


图 2-15 “从中心”绘制矩形

- “三点定圆弧”：通过分别指定 3 个点来绘制圆弧，如图 2-17 所示。
- “中心和端点定圆弧”：通过指定圆弧中心和圆弧端点来绘制圆弧，如图 2-18 所示，指定的第 1 点为圆弧中心，第 2 点和第 3 点作为圆弧的两个端点。



图 2-16 “圆弧”对话框

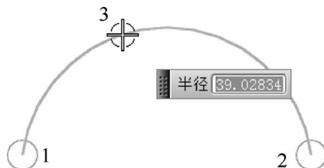


图 2-17 三点定圆弧

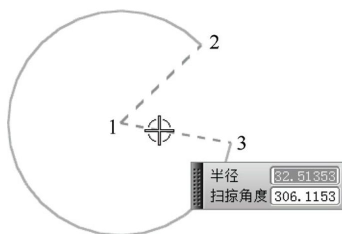


图 2-18 中点和端点定圆弧

2.3.5 圆

要创建圆，则单击“圆”按钮，弹出图 2-19 所示的“圆”对话框，接着指定圆方法并使用合适的输入模式，通过 3 点或通过指定其中心和直径创建圆。圆方法有以下两种。

- “圆心和直径定圆”：指定第 1 点作为圆心，接着拖动鼠标指定第 2 点以定义直径大小，如图 2-20 所示；亦可在屏显文本框中输入直径（默认使用参数模式时）或者输入第 2 点的 XC 和 YC 值（使用坐标模式时）以间接定义直径大小。
- “三点定圆”：通过分别指定 3 个点来绘制一个圆，如图 2-21 所示。



图 2-19 “圆”对话框

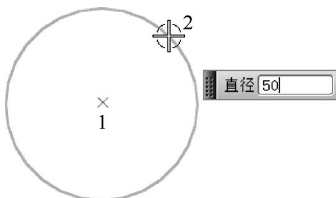


图 2-20 圆心和直径定圆

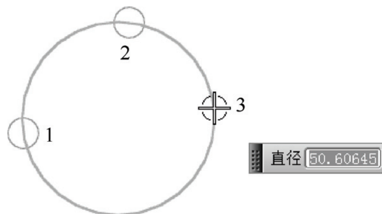


图 2-21 三点定圆

2.3.6 草图点

要在草图平面中创建一个草图点，则单击“点”按钮，弹出图 2-22 所示的“草图点”对话框，接着在“指定点”下拉列表框中选择一个图标选项，并根据所选图标选项选择

相应的对象以指定点位置，从而创建一个草图点。用户也可以在“草图点”对话框中单击“点构造器”按钮，利用弹出的图 2-23 所示的“点”对话框来指定草图点的位置。



图 2-22 “草图点”对话框



图 2-23 “点”对话框

2.3.7 椭圆

可以根据中心点和尺寸创建完整椭圆，其方法是单击“椭圆”按钮，弹出图 2-24 所示的“椭圆”对话框，接着指定一点作为椭圆的中心，并定义椭圆的大半径和小半径，在“限制”选项组中勾选“封闭”复选框以创建完整椭圆，以及在“旋转”选项组中指定椭圆的旋转角度，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可创建一个完成椭圆。注意椭圆的中心、大半径和小半径可以通过点构造器（“点”对话框）来定义。

如果要创建一段椭圆弧，则在指定中心、大半径、小半径和旋转角度后，需要在“限制”选项组中取消勾选“封闭”复选框，然后分别指定“起始角”值和“终止角”值，如图 2-25 所示。



图 2-24 “椭圆”对话框

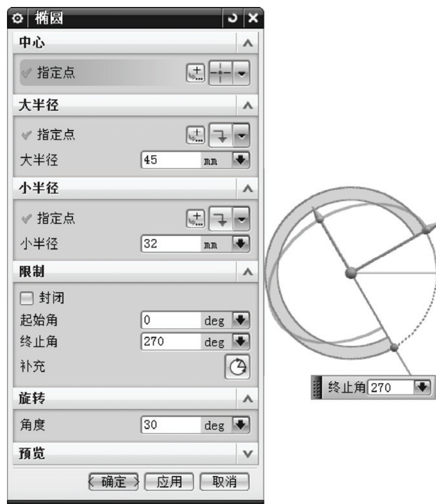


图 2-25 创建椭圆弧示例

2.3.8 多边形

单击“多边形”按钮，弹出图 2-26 所示的“多边形”对话框，接着指定中心点，设

置边数和大小参数，便可创建具有指定边数的正边形。正多边形大小参数的定义方式分“内切圆半径”“外接圆半径”和“边长”3 种。当选择“内切圆半径”时，需要指定内切圆半径和旋转角度；当选择“外接圆半径”时，则需要指定外接圆半径和旋转角度；当选择“边长”选项时，需要指定边长度值和旋转角度。

绘制多边形的一个典型示例如图 2-27 所示，在该示例中，指定坐标原点为正多边形的中心点，将“边数”设置为“6”，在“多边形”对话框的“大小”选项组的“大小”下拉列表框中选择“外接圆半径”选项，在“半径”框中输入“35”，并勾选“半径”复选框，在“旋转”框中输入“0”，按〈Enter〉键，然后单击“多边形”对话框中的“关闭”按钮。



图 2-26 “多边形”对话框

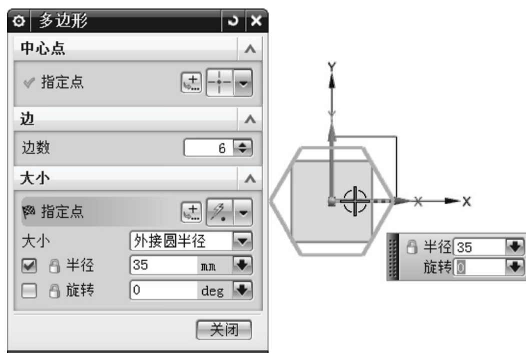


图 2-27 绘制多边形的典型示例

2.3.9 艺术样条

单击“艺术样条”按钮，弹出图 2-28 所示的“艺术样条”对话框，在“类型”选项组的下拉列表框中选择“通过点”选项或“根据极点”选项，接着指定点位置或极点位置，并进行相应的参数化、移动、延伸等方面的设置操作，这样便可通过指定一系列的点位置或极点并在定义点指派斜率或曲率约束，动态地创建和编辑样条。创建艺术样条的两个示例如图 2-29 所示。

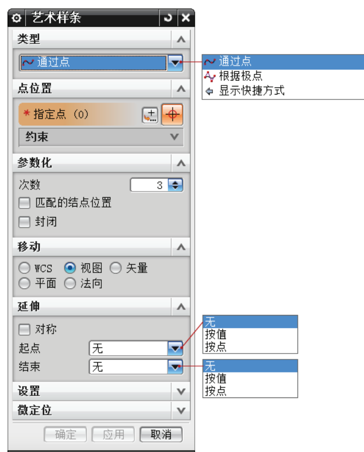


图 2-28 “艺术样条”对话框

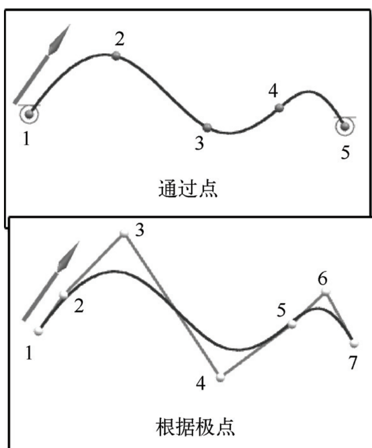


图 2-29 艺术样条示例

2.3.10 二次曲线

可以通过指定点创建二次曲线。单击“二次曲线”按钮，弹出图 2-30 所示的“二次曲线”对话框，接着分别指定起点、终点、控制点和 Rho 值，单击“确定”按钮，从而创建一条二次曲线。图 2-31 所示的一条二次曲线，其起点坐标为“0,0,0”，终点坐标为“100,0,0”，控制点坐标为“50,150,0”，Rho 值为“0.5”。



图 2-30 “二次曲线”对话框

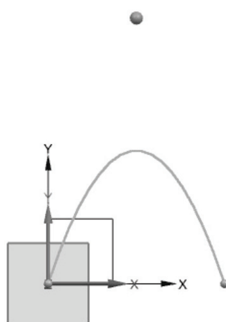


图 2-31 二次曲线示例

2.4 草图编辑与操作

绘制好基本草图对象后，可以通过对基本草图对象进行相关的编辑与操作，从而获得满足设计要求的草图曲线。本节介绍草图编辑与操作的相关工具命令，包括“圆角”“倒斜角”“制作拐角”“快速修剪”“快速延伸”“偏置曲线”“阵列曲线”“镜像曲线”“派生直线”“投影曲线”“添加现有曲线”和“交点”等。

2.4.1 圆角

可以在两条或三条曲线之间创建圆角。单击“圆角”按钮，弹出图 2-32 所示的“圆角”对话框，在该对话框中设置圆角方法为“修剪”或“不修剪”，接着选择要创建圆角的所需曲线，然后放置圆角（含确定圆角大小）。“圆角”对话框的“选项”选项组中还提供了“删除第 3 条曲线”按钮和“创建备选圆角”按钮，前者用于删除和该圆角相切的第 3 条曲线，后者则用于对圆角存在的多种状态进行切换。

在两条直线之间创建圆角的典型示例如图 2-33 所示（图中给出了圆角的修剪情形和不修剪情形）。



图 2-32 “圆角”对话框

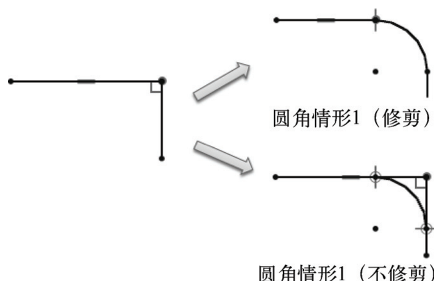


图 2-33 创建圆角的典型示例

2.4.2 倒斜角

可以对两条草图线之间的尖角进行倒斜角，如图 2-34 所示。单击“倒斜角”按钮，弹出图 2-35 所示的“倒斜角”对话框，在图形窗口中选择要倒斜角的曲线，并可设置修剪输入曲线，接着在“偏置”选项组的“倒斜角”下拉列表框中选择“对称”选项、“非对称”选项或“偏置和角度”选项来设置倒斜角的方式，根据设定的倒角方式设置其相应的参数，最后确定倒斜角位置，即可完成倒斜角绘制。

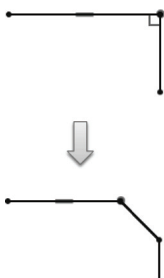


图 2-34　对两条草图线之间的尖角倒斜角



图 2-35　“倒斜角”对话框

2.4.3 制作拐角

制作拐角是指延伸或修剪两条曲线以形成拐角，如图 2-36 所示。制作拐角的方法很简单，即单击“制作拐角”按钮，弹出图 2-37 所示的“制作拐角”对话框，接着分别选择第 1 条曲线和第 2 条曲线，曲线的单击选择位置决定了该曲线要保持的区域（要保持的段），最后在“制作拐角”对话框中单击“关闭”按钮。

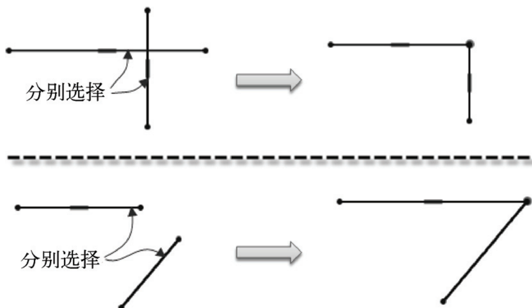


图 2-36　制作拐角示例

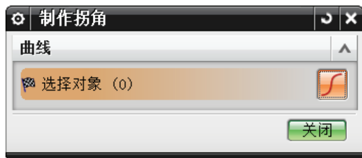


图 2-37　“制作拐角”对话框

2.4.4 快速修剪与快速延伸

在绘制复合草图曲线时，经常会对草图曲线进行快速修剪与快速延伸操作。

1．快速修剪

快速修剪是一种快速删除曲线段的实用编辑方法，它以任意一方向将曲线修剪至最近的

交点或选定的边界。对于相交的曲线，快速修剪会将曲线在交点处自动打断。单击“快速修剪”按钮，弹出图 2-38 所示的“快速修剪”对话框，接着选择要修剪的曲线，必要时可以选择边界曲线，并根据需要设置修剪至延伸线。

快速修剪示例如图 2-39 所示。

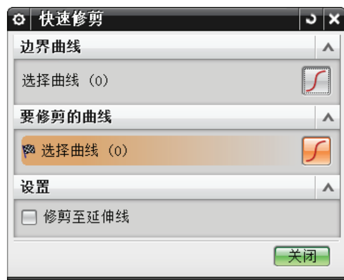


图 2-38 “快速修剪”对话框

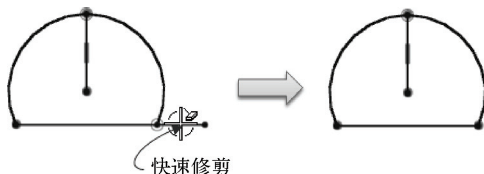


图 2-39 快速修剪示例

2．快速延伸

快速延伸是指将曲线延伸至另一邻近曲线或选定的边界。单击“快速延伸”按钮，弹出图 2-40 所示的“快速延伸”对话框，接着选择要延伸的曲线，必要时可以指定边界曲线等。

快速延伸示例如图 2-41 所示。



图 2-40 “快速延伸”对话框



图 2-41 快速延伸示例

2.4.5 偏置曲线

可以偏置位于草图平面上的曲线链。单击“偏置曲线”按钮，弹出图 2-42 所示的“偏置曲线”对话框，接着选择要偏置的曲线，指定偏置参数、链连续性和终点约束选项，以及在“设置”选项组中设置是否使输入曲线转换为参考线，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。为了让读者更好地掌握偏置曲线的操作方法，下面介绍“偏置曲线”对话框各选项组的功能含义。

- “要偏置的曲线”选项组：当该选项组中的“选择曲线”按钮处于被选中激活状态时，选择要偏置的曲线或曲线链；“添加新集”按钮用于添加一个“要偏置的曲线”新集，为该新集选定要偏置的曲线或曲线链；“列表”框显示用于列出“要偏置的曲线”集曲线链。

- “偏置”选项组：用于设置偏置参数，如设置偏置距离值、偏置方向、副本数和端盖选项，还可以设置是否创建尺寸、是否对称偏置。端盖选项有“延伸端盖”和“圆弧帽形体”两个，偏置曲线使用不同端盖选项的对比效果如图 2-43 所示。

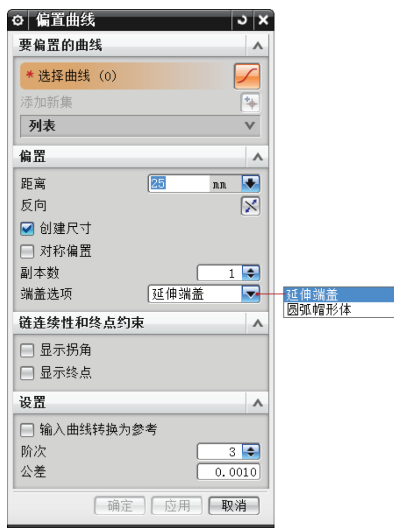


图 2-42 “偏置曲线”对话框

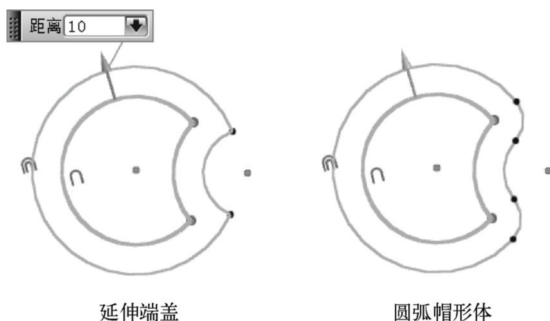


图 2-43 端盖选项效果对比

- “链连续性和终点约束”选项组：在该选项组中设置是否显示拐角和是否显示终点。
- “设置”选项组：在该选项组中确定“输入曲线转换为参考”复选框的状态（即设置是否将要偏置的曲线转换为参考线），以及设置阶次和公差。

2.4.6 阵列曲线

要阵列位于草图平面上的曲线链，则单击“阵列曲线”按钮，弹出图 2-44 所示的“阵列曲线”对话框，接着选择要阵列的曲线，在“阵列定义”选项组中设置布局方式，并为该布局方式设置相应的阵列参数等，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。需要用户注意的是，如果在执行“阵列曲线”命令操作之前，“创建自动判断约束”按钮处于被选中的状态，那么阵列曲线的可用阵列布局方式只有“线性”“圆形”和“常规”3 种；如果“创建自动判断约束”按钮处于没有被选中的状态，那么阵列曲线的可用阵列布局方式有“线性”“圆形”“常规”“多边形”“螺旋式”“沿”和“参考”7 种。

在图 2-45 所示的示例中，要阵列的曲线为草图中的一个圆，阵列布局方式为“圆形”，旋转点被设置为坐标原点，在“阵列定义”选项组的“角度方向”子选项组中，从“间距”下拉列表框中选择“数量和跨距”，“数量”为“5”，“跨角”为“360”（跨角指阵列的总角度范围）。

2.4.7 镜像曲线

“镜像曲线”操作是指创建位于草图平面上的曲线链的镜像图样，如图 2-46 所示。单击“镜像曲线”按钮，弹出图 2-47 所示的“镜像曲线”对话框，接着选择要镜像的曲线，单击“中心线”选项组中的“选择中心线”按钮，选择对象作为镜像中心线，在“设置”选

项组中确定“中心线转换为参考”复选框和“显示终点”复选框的状态，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，完成“镜像曲线”命令的操作。

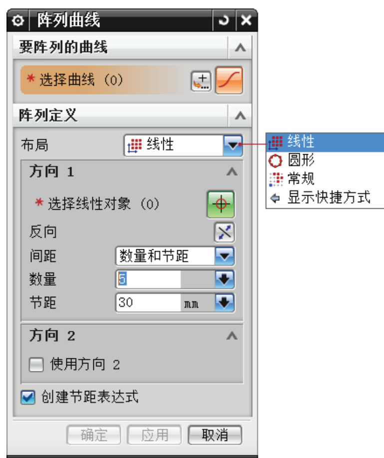


图 2-44 “阵列曲线”对话框

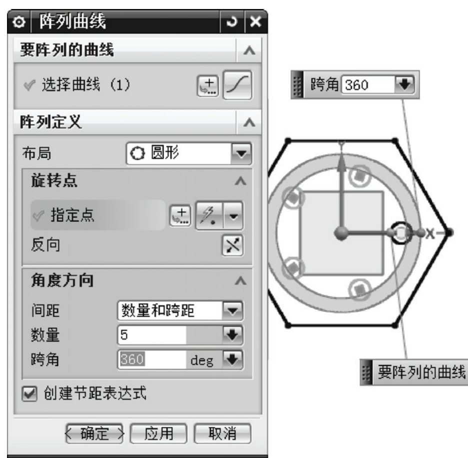


图 2-45 阵列曲线示例

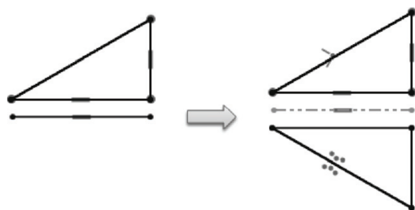


图 2-46 镜像曲线



图 2-47 “镜像曲线”对话框

2.4.8 派生直线

单击“派生直线”按钮，可以在两条平行直线中间创建一条与原直线平行的中线（如图 2-48a 所示，选择第 1 条参考直线和与该参考直线平行的直线，接着指定中线长度即可），也可以在两条不平行直线之间创建一条角平分线（如图 2-48b 所示，选择第 1 条参考直线和第 2 条参考直线，接着指定角平分线长度即可）。要退出“派生直线”命令，可以按〈Esc〉键。



图 2-48 派生直线

a) 在两条平行直线中间创建一条中线 b) 在两条不平行直线之间创建一条角平分线

2.4.9 投影曲线

可以沿草图平面的法向将曲线、边或点（草图外部）投影到草图上，从而获得一个草图对象，这就是投影曲线。投影曲线可以与原始对象相关联，具有关联性时，如果原始曲线对象改变，那么投影曲线也会相应发生变化。

单击“投影曲线”按钮，弹出图 2-49 所示的“投影曲线”对话框，接着利用该对话框的以下选项组进行相关操作。

- “要投影的对象”选项组：通过该选项组选择欲投影的曲线或点。
- “设置”选项组：在该选项组中通过“关联”复选框设置投影曲线与原始对象是否具有相关性，在“输出曲线类型”下拉列表框中指定投影曲线的类型，在“公差”文本框中设置创建投影曲线时使用的公差。投影曲线的类型有“原始”“样条段”和“单个样条”3 种。其中“原始”类型表示输出曲线使用原有几何类型，“样条段”类型表示输出曲线由多个样条曲线段组成，“单个样条”类型表示输出曲线连接成一个样条曲线。

2.4.10 添加现有曲线

“添加现有曲线”命令操作是指将现有的共面曲线和点添加到当前活动草图中，但是不能将关联曲线对象和规律曲线添加到草图中。在当前活动草图中，单击“添加现有曲线”按钮，弹出图 2-50 所示的“添加曲线”对话框，利用该对话框选择要加入草图的有效曲线，单击“确定”按钮，便可以将所选的有效曲线添加到当前活动草图中。“添加曲线”对话框和前面介绍过的“类选择”对话框类似，在此不再赘述。



图 2-49 “投影曲线”对话框



图 2-50 “添加曲线”对话框

2.4.11 交点

可以在曲线和草图平面之间创建一个交点，其方法是在当前活动草图中，单击“交点”按钮，弹出图 2-51 所示的“交点”对话框，接着选择与当前草图平面相交的曲线，如果所选曲线与当前草图平面只有一个交点，那么此时单击“应用”按钮或“确定”按钮即可完

成操作。如果所选曲线与当前草图平面有两个或更多的交点，那么“交点”对话框中的“循环解”按钮可用，用户可以单击“循环解”按钮来切换到满足设计要求的一个交点，最后单击“应用”按钮或“确定”按钮。

2.4.12 相交曲线

可以在选定面和草图平面之间创建相交曲线，其方法是在当前活动草图中，单击“相交曲线”按钮，弹出图 2-52 所示的“相交曲线”对话框，接着选择要相交的面，确定循环解（如果有多个解的话），以及在“设置”选项组中进行以下选项和参数的设置，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。



图 2-51 “交点”对话框

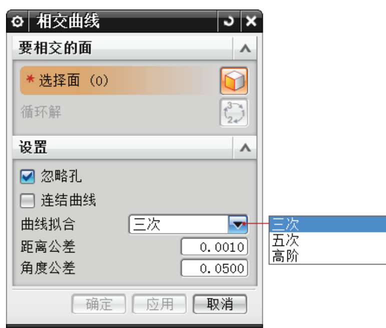


图 2-52 “相交曲线”对话框

- “忽略孔”复选框：勾选此复选框时，如果曲面上存在孔则忽略孔的存在。
- “连结曲线”复选框：勾选此复选框时，则当选择的面（如选择多个面）与草图平面相交而产生多段曲线时将多段曲线连结为一条曲线。
- “曲线拟合”下拉列表框：设置拟合曲线阶次为三次、五次或高阶。
- “距离公差”文本框：设置理论曲线与 NX 系统生成曲线之间的公差。
- “角度公差”文本框：设置实际曲线与理论曲线在一点处的角度最大公差。

2.5 草图约束

在绘制草图的初期，用户不必过于考虑草图曲线的精确位置与尺寸，可以待绘制好草图基本轮廓后，再对草图对象进行合理约束。当然，也允许在绘制草图的过程中，由 NX 系统创建自动判断约束和连续自动标注尺寸。草图的约束状态主要分过约束、完全约束和欠约束 3 种。

本节介绍草图约束的实用知识，内容包括尺寸约束、几何约束、设为对称、显示草图约束、创建自动判断约束、连续自动标注尺寸、自动判断约束和尺寸、自动约束、自动标注尺寸、转换至/自参考对象、备选解和显示/移除约束等。

2.5.1 尺寸约束

尺寸约束主要用于定义草图对象的大小和草图对象的相对位置。当前活动草图中提供的尺寸约束工具如表 2-2 所示，其中使用快速尺寸可以完成绝大多数的尺寸约束，包括各类线

性尺寸、径向尺寸和角度尺寸等。

表 2-2　活动草图提供的尺寸约束工具

序　　号	工　　具	命 令 名 称	功 能 用 途
1		快速尺寸	通过基于选定的对象和光标的位置自动判断尺寸类型来创建尺寸约束，也可以在执行“快速尺寸”命令过程中自行设置测量方法来创建所需类型的尺寸约束
2		线性尺寸	在两个对象或点位置之间创建线性距离的尺寸约束
3		径向尺寸	为圆形对象创建半径或直径尺寸约束
4		角度尺寸	在两条不平行的直线之间创建角度尺寸约束
5		周长尺寸	创建周长尺寸约束以控制选定直线和圆弧的集体长度

“快速尺寸”按钮、“线性尺寸”按钮、“径向尺寸”按钮和“角度尺寸”按钮这几个尺寸约束工具的使用操作方法都是类似的，这里以“快速尺寸”按钮为例进行介绍。单击“快速尺寸”按钮，弹出图 2-53 所示的“快速尺寸”对话框，在“测量”选项组的“方法”下拉列表框中选择其中一个测量方法（对于快速尺寸而言，测量方法通常选用“自动判断”方法），接着在“原点”选项组、“驱动”选项组和“设置”选项组中设置相关的选项，并利用“参考”选项组来选择要标注尺寸的对象，然后自动放置尺寸或手动指定尺寸放置原点即可。

要创建周长尺寸约束以控制选定直线和圆弧的集体长度，则单击“周长尺寸”按钮，弹出“周长尺寸”对话框，接着选择要进行周长尺寸约束的所有组成对象，并在“尺寸”选项组的“距离”框中输入总周长距离值（“距离”框默认显示的值为所选对象当前状态下的总长度值），然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。



图 2-53　“快速尺寸”对话框



图 2-54　创建周长尺寸

2.5.2　几何约束

几何约束一般用于对单个对象的位置、两个或两个以上对象之间的相对位置、两个对象间的大小关系进行约束。几何约束的种类较多，根据不同的草图对象，可以依设计要求添加

不同的几何约束类型。

在当前活动草图中使用几何约束的一般流程如下。

1 单击“几何约束”按钮，弹出图 2-55 所示的“几何约束”对话框。

2 在“设置”选项组中勾选“自动选择递进”复选框，以及设置要启用的约束。所启用的约束将以图标（按钮）形式显示在“约束”选项组中。

3 在“约束”选项组中单击所需的几何约束图标。

4 根据所单击的几何约束图标，选择要约束的对象，有些几何约束类型还需要选择要约束到的对象。

5 可以继续为草图添加新的几何约束，完成所有几何约束后单击“关闭”按钮。

几何约束典型示例如图 2-56 所示，在该示例中要将小圆约束到与大圆同心。单击“几何约束”按钮后，在“几何约束”对话框的“约束”选项组中单击“同心”按钮（事先确保启用该几何约束类型），接着选择小圆作为要约束的对象，再选择大圆作为要约束到的对象，从而使小圆约束至与大圆同心。

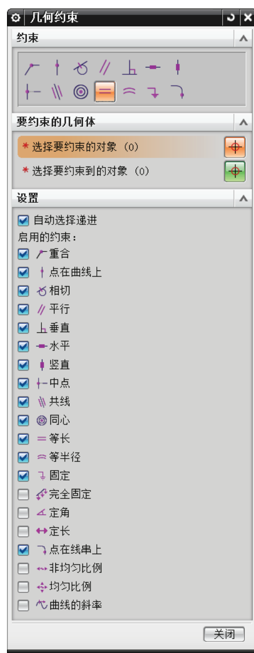


图 2-55 “几何约束”对话框

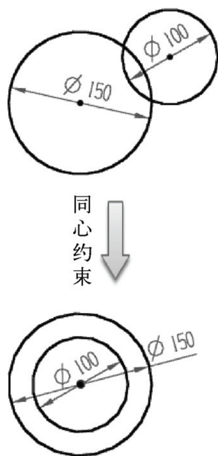


图 2-56 几何约束典型示例

2.5.3 设为对称

可以将两个点或曲线约束为相对于草图上的对称线对称。例如，在图 2-57 中，将当前草图中的直线 1 和直线 2 约束为相对于直线 3 对称。

单击“设为对称”按钮，弹出图 2-58 所示的“设为对称”对话框，选择所需的草图曲线或点作为主对象，接着选择要设为对称的相应草图曲线或点作为次对象，然后选择对称线，并可以根据需要在“对称中心线”选项组中勾选“设为参考”复选框以设置将对称线转换为参考线，最后单击“关闭”按钮。

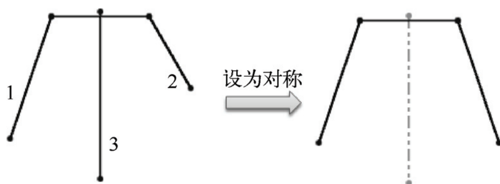


图 2-57　设为对称示例



图 2-58　“设为对称”对话框

2.5.4 显示草图约束

“显示草图约束”按钮用于设置是否显示活动草图的几何约束。选中此按钮时，则显示当前活动草图的几何约束；否则，不显示活动草图的几何约束。

2.5.5 自动判断约束和尺寸

“自动判断约束和尺寸”按钮的功能是控制哪些约束或尺寸在曲线构造中被自动判断。单击此按钮，弹出图 2-59 所示的“自动判断约束和尺寸”对话框，从中设置要自动判断和应用的约束，设置由捕捉点识别的约束，定制是否为输入的值创建尺寸，以及定制自动标注尺寸规则（这些规则是自顶向下应用的）。



图 2-59　“自动判断约束和尺寸”对话框

2.5.6 创建自动判断约束和连续自动标注尺寸

可以在曲线构造过程中启用自动判断约束，以及启用自动标注尺寸，至于哪些约束和尺寸在曲线构造过程中被自动判断，则由上一小节（2.5.5）介绍的“自动判断约束和尺寸”对

话框来设置。要在曲线构建过程中启用自动判断约束，则确保选中“创建自动判断约束”按钮。要在曲线构造过程中启用自动标注尺寸，则需要确保选中“连续自动标注尺寸”按钮。在草图任务环境中，“创建自动判断约束”按钮和“连续自动标注尺寸”按钮位于功能区“主页”选项卡“约束”组的约束工具下拉菜单中。

2.5.7 自动约束与自动标注尺寸

“自动约束”工具命令用于设置自动施加于草图的几何约束类型。单击“自动约束”按钮，弹出图 2-60 所示的“自动约束”对话框，在“要约束的曲线”选项组中单击“选择曲线”按钮，在图形窗口中选择要进行约束的曲线，接着在“要应用的约束”选项组中勾选可能需要应用到所选曲线中的约束，并在“设置”选项组中设置是否应用远程约束，以及设置距离公差和角度公差，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可为选定草图曲线自动施加适宜的约束。

“自动标注尺寸”工具命令用于根据设置的规则在曲线上自动创建尺寸，其操作方法是：单击“自动标注尺寸”按钮，弹出图 2-61 所示的“自动标注尺寸”对话框，接着选择要标注尺寸的曲线，在“自动标注尺寸规则”选项组中设置自动标注尺寸规则（这些规则是自顶向下应用的），并在“尺寸类型”选项组中指定尺寸类型为“自动”或“驱动”，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。

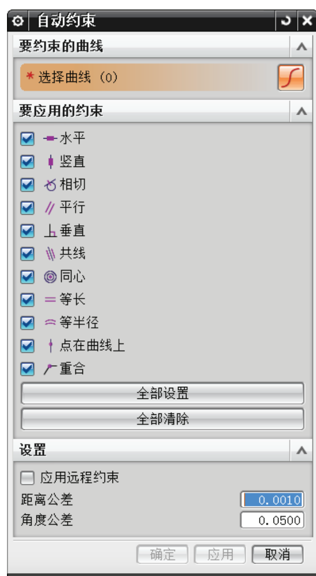


图 2-60 “自动约束”对话框

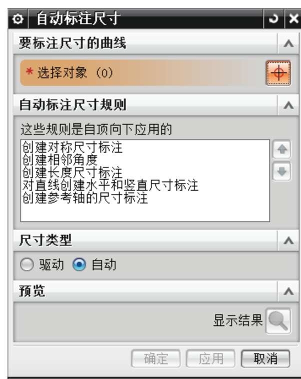


图 2-61 “自动标注尺寸”对话框

2.5.8 转换至/自参考对象

在活动草图中，可以根据设计要求将选定的草图曲线或草图尺寸从活动转换为参考，或者反过来。下游命令（如拉伸）不使用参考曲线，并且参考尺寸不控制草图几何图形。

单击“转换至/自参考对象”按钮，弹出图 2-62 所示的“转换至/自参考对象”对话

框，选择要转换的曲线或尺寸，接着在“转换为”选项组中选择“参考曲线或尺寸”单选按钮或“活动曲线或驱动尺寸”单选按钮，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。例如，在图 2-63 所示的示例中，选择一个圆作为要转换的对象，在“转换至/自参考对象”对话框的“转换为”选项组中选择“参考曲线或尺寸”单选按钮以设置将所选对象转换为参考曲线，单击“确定”按钮后，所选圆不再以实线形式显示。

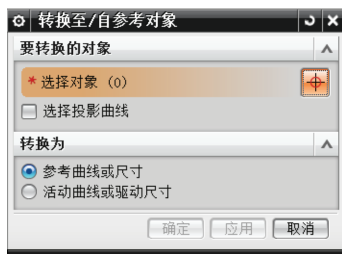


图 2-62 “转换至/自参考对象”对话框

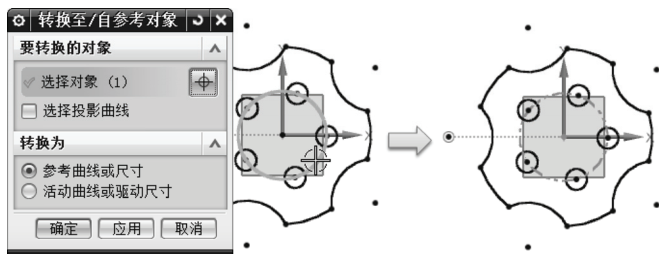


图 2-63 将选定的一个圆转换为参考圆

2.5.9 备选解

“备选解”用于备选尺寸或几何约束解算方案，即用于针对尺寸约束或几何约束显示备选解，并选择一个结果（方案）。单击“备选解”按钮，弹出图 2-64 所示的“备选解”对话框，接着选择具有相切约束的线性尺寸或几何体作为对象 1，必要时可以选择相切几何体作为对象 2，NX 将自动切换到下一个备选解。例如，单击“备选解”按钮打开“备选解”对话框后，选择一个线性尺寸，则 NX 自动给出下一个备选解，几何体（草图曲线）发生相应变化，如图 2-65 所示。

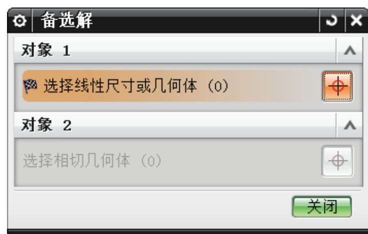


图 2-64 “备选解”对话框

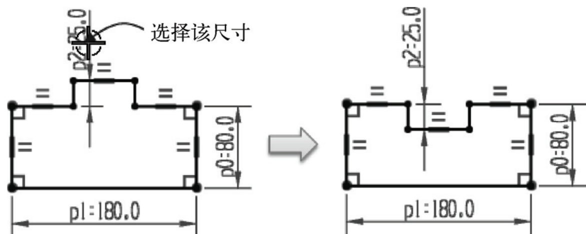


图 2-65 备选解应用示例

2.5.10 显示/移除约束

“显示/移除约束”按钮用于显示与选定的草图几何图形关联的几何约束，并可移除所有这些约束或列出信息。单击“显示/移除约束”按钮，弹出图 2-66 所示的“显示/移除约束”对话框，下面介绍该对话框各主要组成部分。

- “列出以下对象的约束”选项组：在该选项组中设置需列出约束的对象。
- “约束类型”下拉列表框：用于选定显示/移动约束的类型，并可以选择“包含”单选按钮或“排除”单选按钮来设置包含或排除前面选定的约束类型。
- “显示约束”下拉列表框：用于设置显示符合约束条件的对象，约束条件包括“显

式”“自动判断”和“两者皆是”3 种。

- “显示约束”列表框：在该列表框中显示列出了当前设定条件下的约束（包含对象），从中可以选择要显示/移除的约束（包含对象），还可以通过单击位于列表框右侧的“在列表中单步向上”按钮▲或“在列表中单步向下”按钮▼来切换选择其他所需的一个约束。
- “移除高亮显示的”按钮：单击此按钮，移除所选的约束（该约束及其对象在图形窗口中高亮显示）。
- “移除所列的”按钮：单击此按钮，移除“显示约束”列表框中所列出的所有约束。
- “信息”按钮：单击此按钮，将弹出一个“信息”窗口来显示当前活动草图的几何约束列表。

2.6 草图重新附着平面

草图重新附着平面是指将草图重新附着到另一个平的面、基准平面或路径，或者更改草图方位。这个某些更改设计带来了很大的灵活性和便利性。

在草图任务环境中，从功能区“主页”选项卡的“草图”组中单击“重新附着”按钮，弹出图 2-67 所示的“重新附着草图”对话框，通过该对话框可以指定草图要重新附着的新的平面、基准面或路径，并可以更改草图方位。

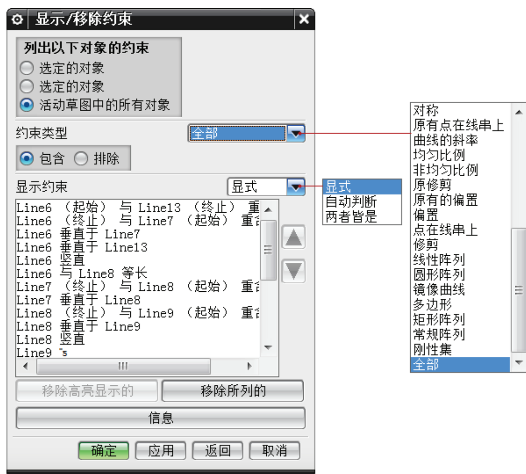


图 2-66 “显示/移除约束”对话框



图 2-67 “重新附着草图”对话框

2.7 草图综合绘制范例

本节将详细讲解一个草图综合范例的绘制方法及其步骤，旨在让读者通过对该范例的学习，可以较为充分地理解和掌握 NX 草图绘制的一般思路、步骤和技巧等。本草图综合绘制范例要完成的草图如图 2-68 所示。下面详细介绍该草图综合绘制范例的操作步骤。

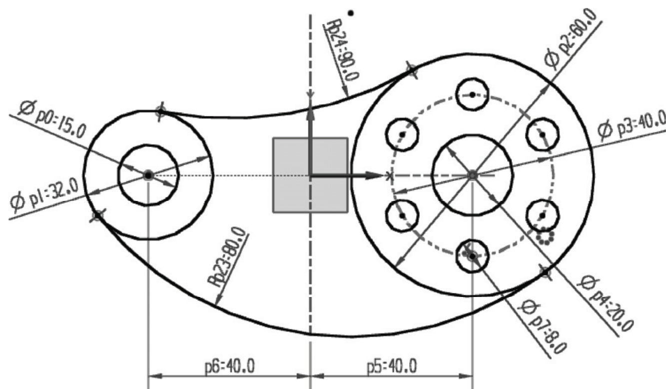


图 2-68　草图综合绘制范例要完成的草图

步骤 1　新建一个模型部件文件并进入草图任务环境。

1 启动 NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”子选项组的“单位”下拉列表框中选择“毫米”选项，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板，在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_2_sketch”，自行指定文件夹作为文件的存储路径。

3 单击“确定”按钮，进入 NX 建模环境。

步骤 2　进入草图任务环境并启用自动判断约束和自动标注尺寸功能。

1 在功能区中打开“曲线”选项卡，单击“在任务环境中绘制草图”按钮，弹出“创建草图”对话框，在“草图类型”选项组的下拉列表框中选择“在平面上”，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，默认选择基准坐标系（0）的 *XC*-*YC* 平面作为草图平面，如图 2-69 所示。

2 单击“确定”按钮，进入草图任务环境。

3 在功能区“主页”选项卡的“约束”组中打开约束工具下拉菜单，确保选中“创建自动判断约束”按钮，而取消选中“连续自动标注尺寸”按钮，如图 2-70 所示。

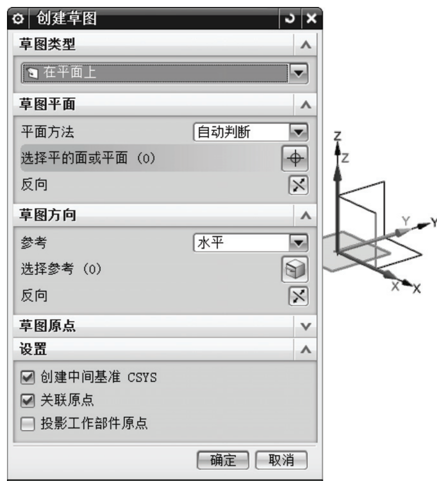


图 2-69　创建草图

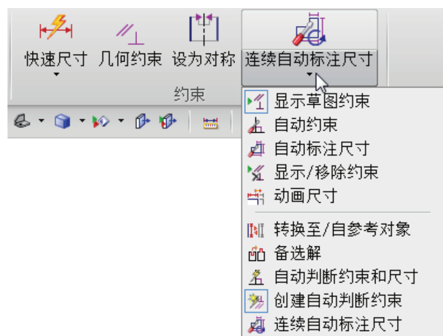


图 2-70　启用创建自动判断约束和自动标注尺寸

4 在“约束”组的约束工具下拉菜单中单击“自动判断约束和尺寸”按钮，弹出“自动判断约束和尺寸”对话框，从中设置图 2-71 所示的内容，包括要自动判断和应用的约束、由捕捉点识别的约束和自动标注尺寸规则，以及为输入的值创建尺寸。

5 单击“确定”按钮。

步骤 3　创建 5 个圆并将相应圆心约束在 X 轴上。

1 在功能区“主页”选项卡的“曲线”组中单击“圆”按钮，弹出“圆”对话框。

2 在“圆方法”选项组中单击“圆心和直径定圆”按钮，分别绘制图 2-72 所示的两组同心圆，一共 5 个圆。



图 2-71　“自动判断约束和尺寸”对话框

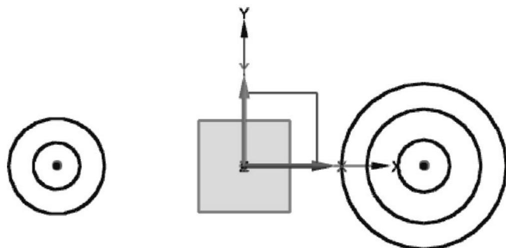


图 2-72　绘制两组同心圆

3 在“约束”组中单击“几何约束”按钮，弹出“几何约束”对话框，确保在“设置”选项组中设置要启用的约束包括“点在曲线上”约束，勾选“自动选择递进”复选框，在“约束”选项组中单击“点在曲线上”按钮，如图 2-73 所示。

4 在上边框条的选择条中确保选中“圆弧中心”图标选项，接着在图形窗口中通过快速拾取方式选择右侧任意一个同心圆的圆心，接着选择基准坐标系的 X 轴，从而将该圆心约束在 X 轴上。使用同样的方法，选择左侧任意一个同心圆的圆心，再选择基准坐标系的 X 轴，从而将所选的该圆心也约束在 X 轴上。

5 单击“几何约束”对话框中的“关闭”按钮。

步骤 4　创建部分尺寸约束。

1 在“约束”组中单击“径向尺寸”按钮，弹出图 2-74 所示的“径向尺寸”对话框。

2 在“原点”选项组中取消勾选“自动放置”复选框，在“测量”选项组的“方法”下拉列表框中选择“直径”选项，在“驱动”选项组中确保取消勾选“参考”复选框。

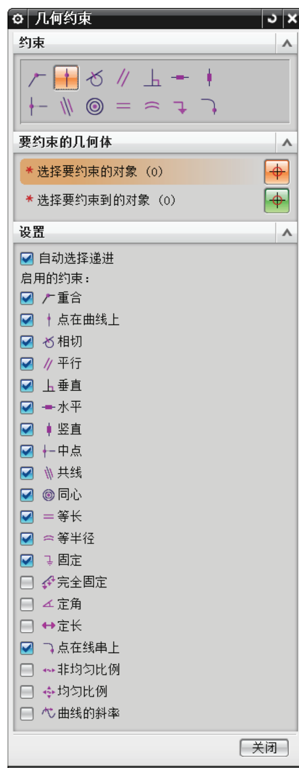


图 2-73 “几何约束”对话框



图 2-74 “径向尺寸”对话框

3 分别选择要标注的圆对象并指定尺寸放置原点位置来添加直径尺寸约束，如图 2-75 所示。

4 在“径向尺寸”对话框中单击“关闭”按钮。

5 在“约束”组中单击“快速尺寸”按钮，弹出“快速尺寸”对话框，将测量方法设置为“自动判断”，分别添加图 2-76 所示的两个水平距离线性尺寸约束。

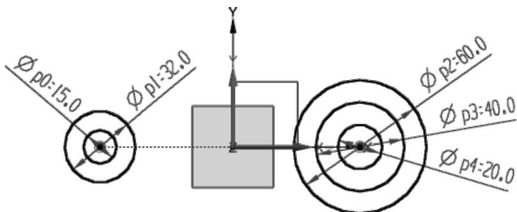


图 2-75 标注相关直径尺寸

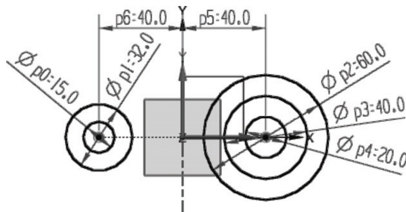


图 2-76 添加两个水平距离尺寸约束

6 在“快速尺寸”对话框中单击“关闭”按钮。

步骤 5 将右侧直径为 40 的圆转换为构造线。

1 在“约束”组中单击“转换至/自参考对象”按钮，弹出“转换至/自参考对象”对话框。

2 选择右侧直径为 40 的圆作为要转换的曲线，并在“转换为”选项组中选择“参考曲线或尺寸”单选按钮，如图 2-77 所示。

3 单击“确定”按钮，结果如图 2-78 所示。



图 2-77　选择要转换的曲线以及设置相关选项

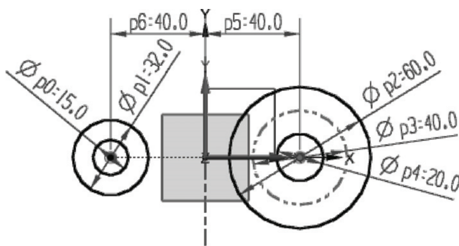


图 2-78　转换结果

步骤 6　绘制一个小圆并对其进行阵列复制。

1 在功能区“主页”选项卡的“曲线”组中单击“圆”按钮，弹出“圆”对话框，以圆形构造线的下象限点为圆心绘制一个直径为 8 的小圆，如图 2-79 所示。

2 在“曲线”组中单击“阵列曲线”按钮，弹出“阵列曲线”对话框。

3 选择刚创建的直径为 8 的小圆作为要阵列的曲线。

4 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“圆形”选项，接着在“旋转点”子选项组的“指定点”下拉列表框中选择“圆弧中心/椭圆中心/球心”图标选项，并在草图中单击圆形构造线以选择其圆心作为旋转点。在“角度方向”子选项组的“间距”下拉列表框中选择“数量和节距”选项，设置“数量”为“6”，“节距角”为“60”，勾选“创建节距表达式”复选框，如图 2-80 所示。

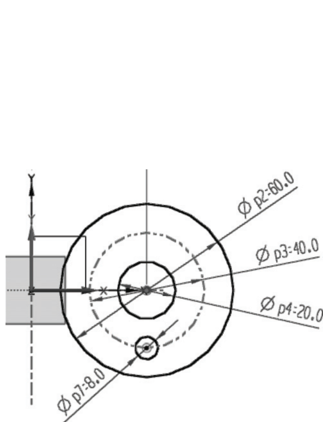


图 2-79　绘制一个小圆

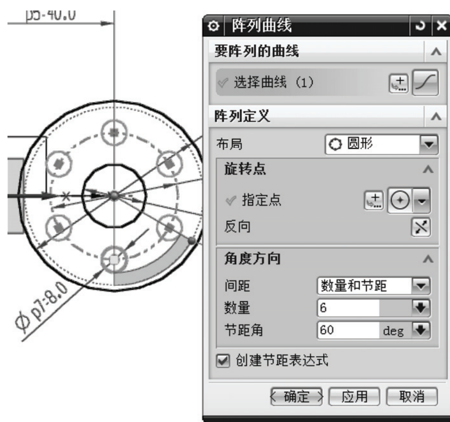


图 2-80　阵列曲线

5 单击“确定”按钮。

步骤 7　绘制两条圆弧并为它们添加相关的几何约束和尺寸约束。

1 在“曲线”组中单击“圆弧”按钮，以“三点定圆弧”的方式在图形窗口中绘制两条圆弧，如图 2-81 所示。

2 在“约束”组中单击“几何约束”按钮，弹出“几何约束”对话框，从“约束”选项组的约束列表中单击“相切”按钮，分别选择上方圆弧和要约束到的一个圆，接着再选择上方圆弧和要约束到的另一个圆，从而使上方圆弧与两个圆均相切。使用同样的方法，

使下方圆弧与相应的两个圆也相切，如图 2-82 所示。

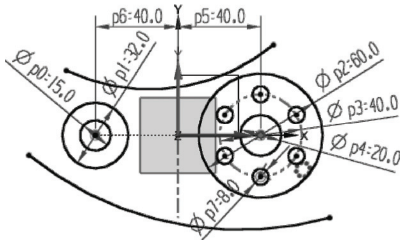


图 2-81　绘制两条圆弧

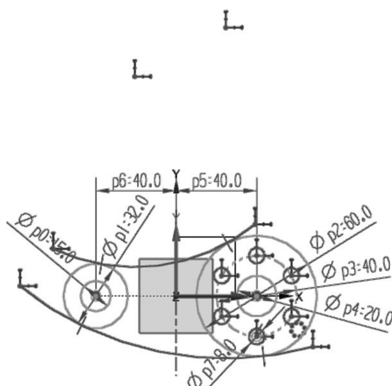


图 2-82　添加相切约束

3 在“几何约束”对话框中单击“关闭”按钮。

4 在“约束”组中单击“快速尺寸”按钮，弹出“快速尺寸”对话框，将测量方法设置为“自动判断”，分别为两个圆弧添加半径尺寸约束，如图 2-83 所示。

步骤 8　对圆弧进行修剪或延伸。

单击“快速修剪”按钮或“快速延伸”按钮对选定圆弧进行修剪或延伸，以获得图 2-84 所示的草图效果。

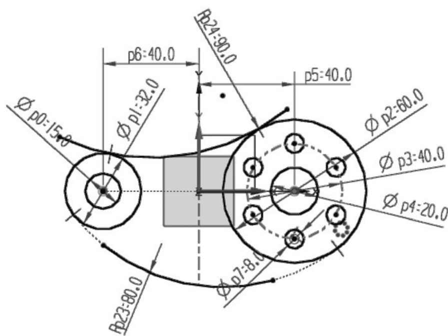


图 2-83　为圆弧添加尺寸约束

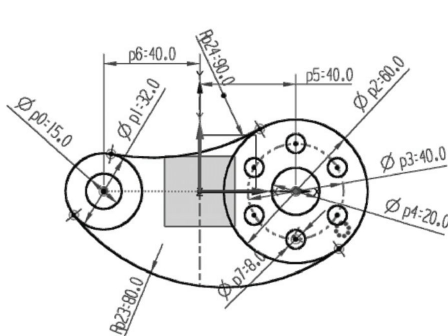


图 2-84　修剪或延伸圆弧后的草图效果

步骤 9　完成草图并保存文件。

1 在功能区“主页”选项卡的“草图”组中单击“完成”按钮。

2 按〈Ctrl+S〉快捷键，快速保存文件。

2.8　思考与上机练习

1）请总结创建草图特征的基本流程？

2）如何理解草图的两种绘制模式？

3）请简述快速修剪与快速延伸的操作步骤，并举例。

4）如何理解参考线？如何将选定的草图曲线转换为参考线？

5）上机练习：在 NX 中创建图 2-85 所示的草图。

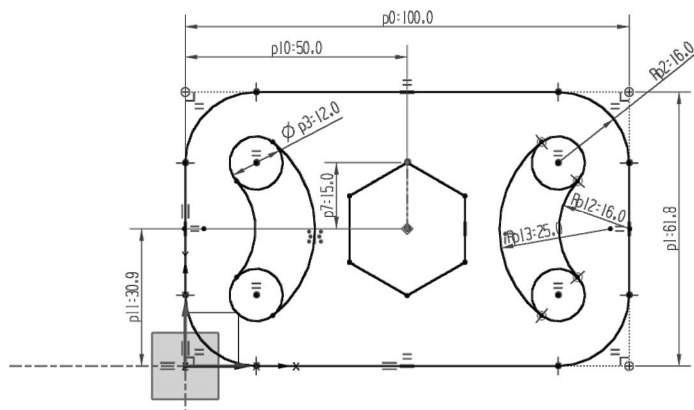


图 2-85　习题 5 完成的草图效果

6）上机练习：在 NX 草图任务环境中，按照图 2-86 所示的图形尺寸建立相应的草图特征。

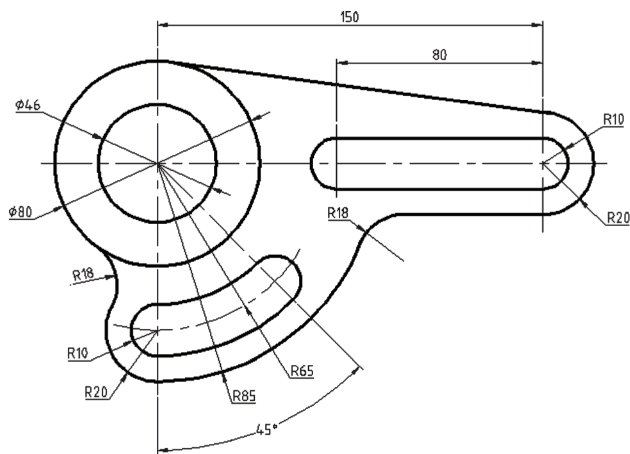


图 2-86　习题 6 参考图例

第 3 章　基准特征与空间曲线

本章导读：

基准特征是建模工作的辅助工具，起参照作用，而空间曲线也在建模工作中具有重要的作用，不少实体或曲面片体的建模都需要用到空间曲线。

本章重点介绍基准特征与空间曲线的实用知识。这两方面的知识将为读者学习实体建模打下更扎实的基础。

3.1　基准特征

基准特征是零件建模的参考特征，其主要用途是辅助三维特征的创建和模型属性的分析等。NX 中的基准特征主要包括基准平面、基准轴、基准坐标系、点与点集和光栅图像。

3.1.1 基准平面

在 NX 建模的过程中，经常需要指定或新建一个基准平面，用于辅助创建其他特征。

在“建模”应用模块的功能区“主页”选项卡中，从“特征”组中单击“基准平面”按钮□，弹出图 3-1 所示的“基准平面”对话框，接着从“类型”选项组的下拉列表框中选择其中一种方法类型，并根据所选的方法类型进行相应的操作与设置，从而创建一个新基准平面。下面对基准平面的方法类型进行介绍，如表 3-1 所示。

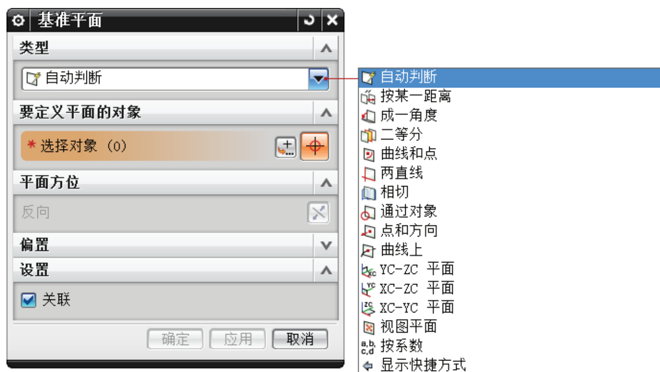


图 3-1　“基准平面”对话框

表 3-1 基准平面的方法类型

序　号	方法类型	图　标	功能含义
1	自动判断		NX 根据用户选择的对象来自动判断以何种方法类型来创建基准平面
2	按某一距离		选定一个平面参考，按设定的偏置距离、偏距方向和平面数量来创建新基准平面
3	成一角度		将要创建的平面与指定的平面相对指定的轴成一定的角度
4	二等分		如果选择的是两个平行平面，则新基准平面位于两平行平面的中间位置（与两平行平面距离相等）；如果选择的是两个相交平面，则新基准平面为两相交平面的角平分面
5	曲线和点		以“一点”“两点”“三点”“曲线和点”“点和曲线/轴”或“点和平面/面”等子类型来创建新基准平面
6	两直线		以选定的两条直线为参考来创建新基准平面，当选定的两条直线位于同一个平面内，则创建的基准平面与两选定直线位于的同一平面重合
7	相切		以点、线和平面为参考创建相切的基准平面
8	通过对象		通过选择对象来创建新基准平面：如果选择的对象是直线，则创建的新基准平面与直线垂直；如果选择的对象是圆弧、圆、椭圆等平面曲线，则创建的新基准平面与由该平面曲线确定的唯一所在平面重合；如果选择的对象是平面，则创建的新基准平面与该平面重合
9	点和方向		以指定点和指定方向为参考来创建基准平面，创建的基准平面通过指定点且法向为指定的方向
10	曲线上		以某一指定曲线为参考来创建基准平面，该基准平面通过曲线上的一个指定点，法向可以沿着曲线切线方向，也可以垂直于切线方向，还可以另指定一个矢量方向等
11	YC-ZC 平面		创建的基准平面与 YC-ZC 平面平行（偏置）或重合
12	XC-ZC 平面		创建的基准平面与 XC-ZC 平面平行（偏置）或重合
13	XC-YC 平面		创建的基准平面与 XC-YC 平面平行（偏置）或重合
14	视图平面		创建的基准平面与视图方向垂直，其平面法向于视图方向相同
15	按系数	a,b,c,d	通过指定系数（系数关系为 aX+bY+cZ=d）来创建基准平面，系数有绝对坐标和相对坐标两种选择

例如，要在 YC-ZC 平面法向上偏置 50 的地方创建一个新基准平面，则单击“基准平面”按钮，打开“基准平面”对话框，从“类型”选项组的下拉列表框中选择“YC-ZC 平面”，接着在“偏置和参考”选项组中选择“绝对”单选按钮，在“距离”文本框中输入“50”，如图 3-2 所示，然后单击“确定”按钮。用户也可以从“类型”选项组的下拉列表框中选择“按某一距离”，接着在图形窗口中选择基准坐标系的 YC-ZC 平面，输入“距离”值为“50”，平面的数量为“1”。

3.1.2 基准轴

基准轴也是一种常用的基准特征，它分固定基准轴和相对基准轴两种。固定基准轴是绝对的，没有与其他对象关联，而相对基准轴与模型中的其他对象（如曲线、平面或其他基准等）关联，并受关联对象约束。

在“建模”应用模块的功能区“主页”选项卡中，从“特征”组中单击“基准轴”按钮，弹出图 3-3 所示的“基准轴”对话框，接着从“类型”选项组的下拉列表框中选择其中一种方法类型，并根据所选的方法类型进行相应的操作与设置，从而创建一个新基准轴。下

面对基准轴的方法类型进行介绍，如表 3-2 所示。

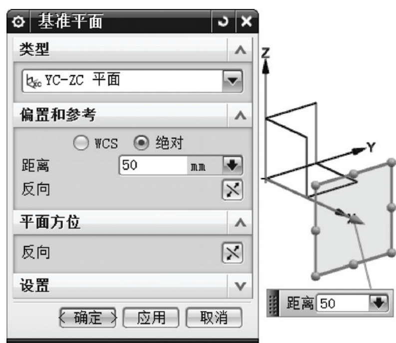


图 3-2 使用“YC-ZC 平面”方法创建新基准平面



图 3-3 “基准轴”对话框

表 3-2 基准轴的方法类型

序号	方法类型	图标	功能含义
1	自动判断		NX 系统根据所选的对象自动判断轴矢量
2	交点		选择两个要相交的平面对象，在相交处创建基准轴
3	曲线/面轴		选择线性边、曲线、基准轴或面作为参考来创建基准轴，例如，选择一个圆柱面时，将在该圆柱面的中心轴线处创建一个基准轴
4	曲线上矢量		选择曲线，并通过指定曲线上的位置和曲线上的方位等来创建基准轴，曲线上的方位方式可以是“相切”“法向”“副法向”“垂直于对象”或“平行于对象”
5	XC 轴	XC	创建与 XC 轴重合且方位相同或相反的基准轴
6	YC 轴	YC	创建与 YC 轴重合且方位相同或相反的基准轴
7	ZC 轴	ZC	创建与 ZC 轴重合且方位相同或相反的基准轴
8	点和方向		用于指定一点和一个方向来确定基准轴
9	两点		通过指定两个点来生成一个基准轴，其中一个点作为基准轴的出发点，另一个点则作为基准轴的终止点

3.1.3 基准坐标系

坐标系用来描述空间物体相对位置的参照，通常建模常使用的坐标系有绝对坐标系、工作坐标系和基准坐标系。绝对坐标系是 NX 软件环境中固定的坐标系，不允许用户编辑和修改，但可以用作其他坐标系或模型对象的绝对坐标；工作坐标系（WCS）是全局坐标系，它直接或间接参照绝对坐标系来定位和定向，在设计工作中用户可以根据设计需要对工作坐标系的显示、坐标轴方位以及原点位置等进行编辑和修改；基准坐标系主要用于构建特征时的基准（它通常是局部坐标系），它包含 1 个基准原点、3 个坐标平面和 3 个轴，用户可以在一个部件中创建多个基准坐标系。

要创建基准坐标系，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“基准 CSYS”按钮，弹出图 3-4 所示的“基准 CSYS”对话框，接着从“类型”选项组的下拉列表框中选择其中一种方法类型，并根据所选的方法类型进行相应的操作与设置，从而创建一个新基准坐标系。下面对基准坐标系的方法类型进行介绍，如表 3-3 所示。



图 3-4 “基准 CSYS”对话框

表 3-3 基准 CSYS 的方法类型

序 号	方 法 类 型	图 标	功 能 含 义
1	动态		选择此方法类型并指定参考 CSYS 时，在图形窗口中显示参考坐标系操控器，可以通过操控器操控相应手柄来动态地获得新基准 CSYS
2	自动判断		选择对象来自动判断 CSYS
3	原点，X 点，Y 点		通过指定原点、X 轴点和 Y 轴点来创建新基准 CSYS
4	X 轴，Y 轴，原点		通过指定原点、X 轴和 Y 轴来创建新基准 CSYS
5	Z 轴，X 轴，原点		通过指定原点、Z 轴和 X 轴来创建新基准 CSYS
6	Z 轴，Y 轴，原点		通过指定原点、Z 轴和 Y 轴来创建新基准 CSYS
7	平面，X 轴，点		选择一个平面对象以其法向定义 Z 轴，接着通过指定平面上的 X 轴和原点来创建新基准 CSYS
8	三平面		通过选择 3 个有效的平面来创建新基准 CSYS
9	绝对 CSYS		创建一个与绝对坐标系重合的基准 CSYS
10	当前视图的 CSYS		创建一个和当前视图坐标系相同的基准 CSYS
11	偏置 CSYS		通过指定一个参考 CSYS，并设置相应的偏置参数来创建新基准 CSYS

3.1.4 点与点集

在一些机械设计场合，可能需要创建点与点集以帮助创建曲线或曲面等。

在“特征”组中单击“点”按钮＋，弹出图 3-5 所示的“点”对话框，利用该对话框可以很灵活地创建基准点。创建基准点的方法类型如表 3-4 所示。

表 3-4 基准点的方法类型

序 号	方 法 类 型	图 标	功 能 含 义
1	自动判断的点		根据鼠标单击的位置，NX 自动推断出拾取点来创建基准点
2	光标位置		NX 根据当前光标的位置来创建点，该点位于工作平面上
3	现有点		在一个已存在的点处创建一个点
4	终点		在已存在的直线、圆弧、二次曲线及其他曲线的端点上创建一个点
5	控制点		在几何对象的控制点上创建一个点，控制点与几何对象类型有关，它可以是已有点、直线中点和端点、圆中心点、开口圆弧的端点和中点或其他曲线的端点等

（续）

序　　号	方 法 类 型	图　　标	功 能 含 义
6	交点		在两段曲线的交点处，或一条曲线和一个面（曲面或平面）的交点处创建一个点。若两者有多个交点，则 NX 在最靠近第二对象处拾取一个交点；若两段非平行曲线并未实际相交，但它们延伸后存在着交点，那么 NX 拾取两者延长线上的相交点
7	圆弧中心/椭圆中心/球心		在选定圆弧、椭圆或球的中心创建一个点
8	圆弧/椭圆上的角度		在与坐标轴 XC 正向成一定角度（沿逆时针方向测量）的圆弧、椭圆弧上创建一个点
9	象限点		在圆（圆弧）、椭圆（椭圆弧）的四分点处创建点
10	点在曲线/边上		在曲线或实体边缘上创建一个点，该点在曲线上的位置可以由设定的弧长、弧长百分比或参数百分比等来确定
11	点在面上		在曲面上创建点，即根据在指定面上拾取的点来创建点，新点坐标和拾取点一样，可通过指定“U 向参数”和“V 向参数”来确定点在平面上的位置
12	两点之间		在两个指定点之间设定的位置处创建一个点
13	按表达式		按照表达式来创建一个点

在 NX 9.0 中可以使用现有几何体创建点集，其方法是在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“点集”按钮，弹出图 3-6 所示的“点集”对话框，接着从“类型”选项组的下拉列表框中选择一种方法类型，即选择“曲线点”选项、“样条点”选项、“面的点”选项或“交点”选项，并根据所选的方法类型进行相关的设置，以及选择基本几何体或相应对象等，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，从而创建满足设定类型的点集。



图 3-5　“点”对话框



图 3-6　“点集”对话框

- “曲线点”：通过选择曲线或边，按照设定的曲线点产生方法及其参数来创建点集，曲线点产生方法有“投影点”“等弧长”“等参数”“几何级数”“弦公差”“增量弧长”和“曲线百分比”。
- “样条点”：选择样条，按照设定的样条点类型来创建点集，样条点类型包括“定义点”“结点”和“极点”。
- “面的点”：通过选择面来创建点集，面点产生方法有“模式”“面百分比”和“B 曲

面极点”。

- “交点”：根据选定的两组对象的交点来创建点集，其中一组对象为“曲线、面或平面”，另一组对象为“曲线或轴”。

3.1.5 光栅图像

可以将光栅图像导入到模型中，以便于用户参考光栅图像进行辅助设计。

进入“建模”应用模块后，在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“光栅图像”按钮，弹出“光栅图像”对话框，如图3-7所示。利用该对话框指定平面作为目标对象，并进行图像定义，图像定义操作包括：选择部件中的图像或选择其他要导入到模型中的图像，设定图像方位参数、大小参数，以及对图像颜色模式、透明度和总透明度进行设置。

1．目标对象

在“目标对象”选项组中，从“指定平面”下拉列表框中选择其中一个平面选项，并根据该平面选项进行相应的操作以定义一个平面作为放置图像的目标对象。也可以在该选项组中单击“平面对话框”按钮，利用弹出来的“平面”对话框来定义一个平面作为放置图像的目标对象。

2．图像定义

“图像定义”选项组包括“部件中的图像”列表框、“当前图像”框及“预览”复选框、“方位”子选项组、“大小”子选项组和“图像设置”子选项组。下面分别介绍这些组成部分的功能含义。

- “部件中的图像”列表框：用于列出当前部件中的已有图像，用户可以从中选择一个图像，并可以对其进行相关编辑。
- “当前图像”框及“预览”复选框：“当前图像”框用于列出部件中当前选定的图像。如果部件中没有所需要的图像，那么在该框右侧单击“浏览”按钮，弹出“打开光栅图像文件”对话框，利用该对话框选择要打开的光栅图像（图像文件可以为JPEG文件、PNG文件和TIFF文件等）。如果在该框下方勾选“预览”复选框，则在对话框中出现一个预览框以便用户预览所选的当前图像，如图3-8所示，此时用户可以通过单击位于预览框右侧的“向左旋转”按钮、“向右旋转”按钮、“水平翻转”按钮或“竖直翻转”按钮来对当前图像进行相应调整。“向左旋转”按钮用于将图像逆时针旋转90°，“向右旋转”按钮用于将图像顺时针旋转90°，“水平翻转”按钮用于水平翻转图像，“竖直翻转”按钮用于竖直翻转图像。
- “方位”子选项组：在该子选项组中进行“基点”“插入点”“参考方向”和“矢量”设置，指定旋转角度，如果单击“定向视图到图像”按钮，则将视图定向为垂直于图像并满窗口显示视图。
- “大小”子选项组：在该子选项组中设置图像大小。例如设置锁定高宽比、指定缩放方法（缩放方法可以是“用户定义”“图像大小”和“参考比例”）等。
- “图像设置”子选项组：在该子选项组中设置颜色模式（颜色模式为“RGB”“灰度”或“单色”），指定透明度选项为“无”“像素颜色”或“从图素”，并设置总透明度参数值。

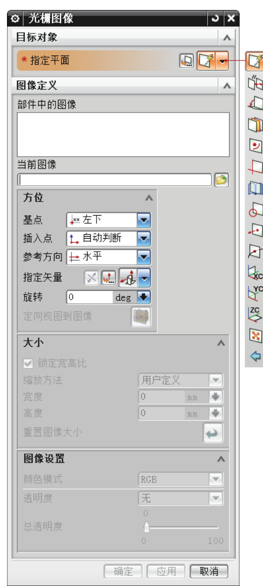


图 3-7 “光栅图像”对话框

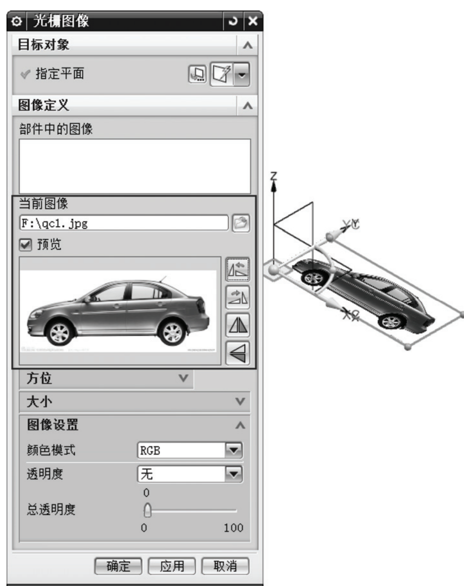


图 3-8 指定当前图像以及预览当前图像

3.2 创建基本曲线

基本曲线特征包括直线、圆弧/圆、三维艺术样条、螺旋线、矩形、规律曲线、拟合曲线、多边形、椭圆、抛物线、双曲线、曲面上的曲线和一般二次曲线等。本节将详细地介绍如何创建一些常用的基本曲线特征。

3.2.1 创建直线

使用“直线”工具可以创建关联的直线特征，也可以创建非关联直线（此时创建的是简单曲线，而非特征曲线）。在创建直线的过程中，可以由 NX 自动判断一个支持平面，也可以由用户另外根据设计要求指定支持平面，单个的支持平面用于定义直线的放置位置。

在功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中单击“直线”按钮，弹出图 3-9 所示的“直线”对话框，利用此对话框可以通过指定起点和终点来创建一条直线，可以绘制与另一条直线成一定角度的直线，可以绘制平行直线，可以在主轴上绘制直线，还可以绘制与圆弧相切的直线，这需要灵活应用各选项的组合来完成。下面介绍“直线”对话框各选项组的功能含义。

- “起点”选项组：用于指定直线的起点。在该选项组的“起点选项”下拉列表框中可以选择“自动判断”“点”和“相切”3 个起点选项之一，当选择不同的起点选项进行起点设置时，其选择对象的意义各不一样。
- “终点或方向”选项组：用于直线终点或方向设置。
- “支持平面”选项组：用于设置直线所在平面的位置。可供选择的平面选项有“自动

平面”选项、“锁定平面”选项和“选择平面”选项。“自动平面”选项用于在绘制直线时根据所选点的位置来自动确定直线的平面；“锁定平面”选项用于在锁定的平面中绘制直线；“选择平面”选项用于自行指定一个平面作为支持平面，后续的直线都是绘制在该平面中的。

- “限制”选项组：在该选项组中对直线的起始限制和终止限制进行设置。
- “设置”选项组：在该选项组中设置直线是关联的还是非关联的。

图 3-10 所示的是一个绘制直线的示例，其绘制过程是：在功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中单击“直线”按钮，打开“直线”对话框，在“起点”选项组的“起点选项”下拉列表框中选择“自动判断”选项，在图形窗口中选择坐标系原点作为直线的起点，接着在“终点或方向”选项组中选择终点选项为“自动判断”，单击“点构造器”按钮打开“点”对话框，将直线终点的绝对坐标设为“100,100,100”，单击“确定”按钮返回“直线”对话框，在“支持平面”选项组的“平面选项”下拉列表框中选择“自动平面”选项，在“设置”选项组中勾选“关联”复选框，单击“确定”按钮。



图 3-9 “直线”对话框

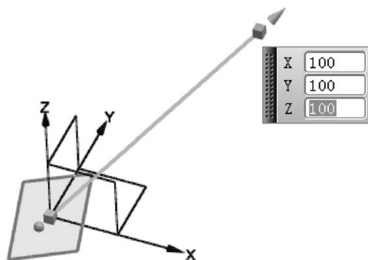


图 3-10 指定两点绘制一条直线

3.2.2 创建圆弧/圆

圆弧/圆特征的创建方法和直线特征的创建方法类似。在功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中单击“圆弧/圆”按钮，弹出“圆弧/圆”对话框，从“类型”选项组的下拉列表框中选择“三点画圆弧”选项或“从中心开始的圆弧/圆”选项以定义圆弧或圆的生成方式。当选择“三点画圆弧”选项时，需要分别指定起点、端点和中点等创建圆弧或圆特征，如图 3-11 所示；当选择“从中心开始的圆弧/圆”选项时，需要先指定中心点，接着指定特征要通过的点或半径，如图 3-12 所示。如果要创建完整圆特征，那么在“限制”选项组中勾选“整圆”复选框，否则创建的是一段圆弧（此时需分别指定起始角度和终止角度等来定义圆弧）。对于圆弧，如果在图形窗口中预览的圆弧不是所希望得到的圆弧，那么可以在“限制”选项组中单击“补弧”按钮来进行切换设置。另外，注意圆弧/圆特征的支持平面和关联性设置。



图 3-11　选择“三点画圆弧”时



图 3-12　选择“从中心开始的圆弧/圆”时

3.2.3 创建三维艺术样条

在“建模”应用模块下直接创建艺术样条的方法步骤和在草图中创建艺术样条的方法步骤基本一样，不同的是在“建模”应用模块下创建的艺术样条不一定位于同一个草图平面中（属于空间曲线）。在功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中单击“艺术样条”按钮，弹出图 3-13 所示的“艺术样条”对话框，通过该对话框，可以通过拖放定义点或极点并在定义点指派斜率或曲率约束，动态地创建和编辑三维艺术样条，在操作过程中需要注意巧用“制图平面”选项组中的平面约束选项和工具。由于在第 2 章已经介绍过草图艺术样条的绘制方法，而三维艺术样条的绘制方法和草图艺术样条的绘制方法在整体上是相似的，只是前者要求进行制图平面设置等，在此不再赘述。

创建三维艺术样条的典型示例如图 3-14 所示，该艺术样条采用了“通过点”类型，分别按顺序选择空间中的 5 个点来完成创建。

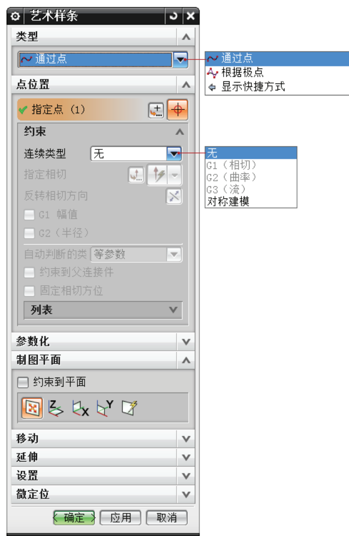


图 3-13　“艺术样条”对话框

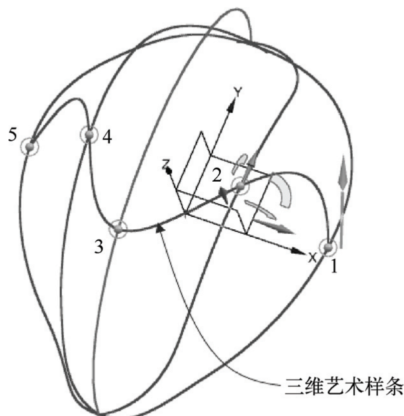


图 3-14　三维艺术样条示例

3.2.4 创建螺旋线

螺旋线实际上是一种特殊的具有螺旋运动轨迹的规律曲线，可以通过指定其圈数、螺距、半径或直径、旋转方向及方位等来创建。

要创建螺旋线，则在功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中单击“螺旋线”按钮，弹出图 3-15 所示的“螺旋线”对话框，接着从“类型”选项组的下拉列表框中选择“沿脊线”类型选项或“沿矢量”类型选项，并根据所选的类型选项进行相应的设置和选择操作。螺旋线的半径大小（或直径大小）和螺距均可以使用不同的规律类型来定义。

当选择“沿脊线”类型选项时，需要选择一条曲线作为螺旋线的脊线，并指定脊线方向，接着分别指定方位、大小、螺距、长度和旋转方向等方面的选项及参数，典型示例如图 3-16 所示。脊线将影响螺旋线中心的走向，可以使螺旋线跟随脊线产生整体“扭曲”的效果。

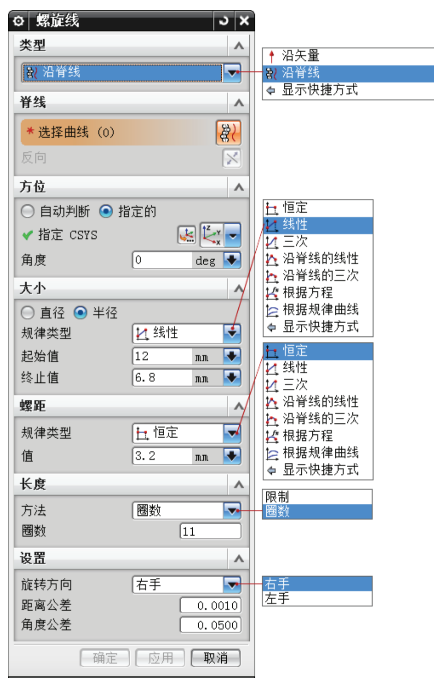


图 3-15 “螺旋线”对话框

当选择“沿矢量”类型选项时，则需要分别指定方位、大小、螺距、长度和旋转方向等方面的选项及参数，典型示例如图 3-17 所示。

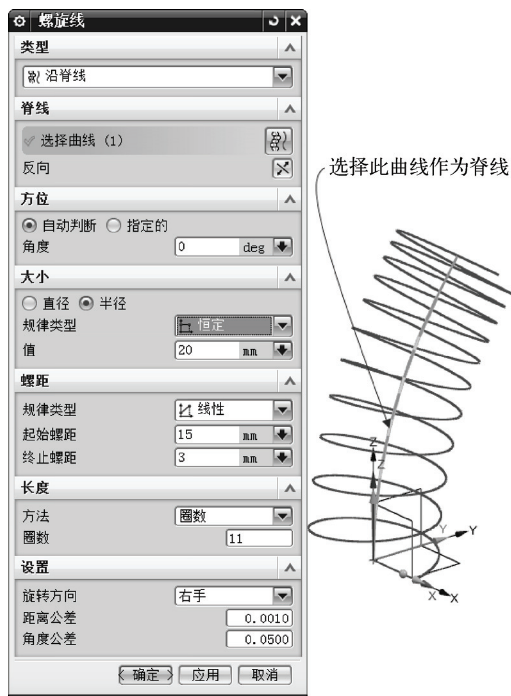


图 3-16 沿脊线的螺旋线示例

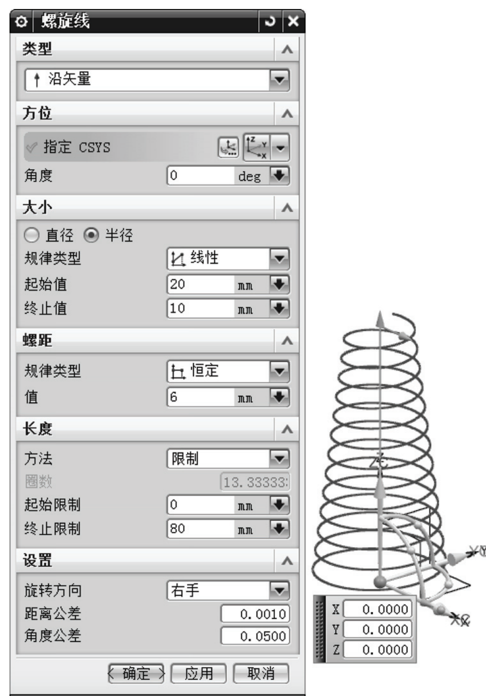


图 3-17 沿矢量的螺旋线示例

3.2.5 创建矩形

在建模空间中，可以通过选择两个对角点来创建矩形，其方法步骤为：在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“矩形”按钮，弹出“点”对话框，如图 3-18 所示；接着利用“点”对话框指定矩形顶点 1（对角点 1），单击“确定”按钮，继续利用弹出的“点”对话框指定矩形顶点 2（对角点 2），单击“确定”按钮，便可绘制一个矩形特征，示例如图 3-19 所示。可以继续指定两个对角点来创建新矩形特征。



图 3-18 “点”对话框

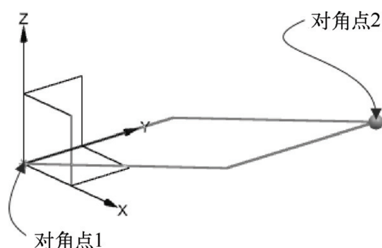


图 3-19 创建矩形特征的示例

3.2.6 创建椭圆

在建模空间中，可以创建具有指定中心点和尺寸的椭圆。在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“椭圆”按钮，弹出“点”对话框，接着利用“点”对话框指定椭圆中心，单击“确定”按钮，系统弹出图 3-20 所示的“椭圆”对话框，从中设置椭圆参数，包括长半轴、短半轴、起始角、终止角和旋转角度，然后单击“确定”按钮，即可创建一个椭圆特征。椭圆示例如图 3-21 所示。



图 3-20 “椭圆”对话框

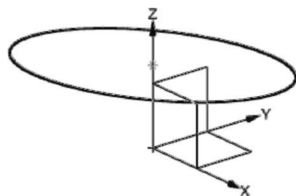


图 3-21 创建椭圆

3.2.7 创建文本

NX 提供的“文本”按钮A，用于通过读取文本字符串（选定字体）并产生作为字符轮廓的线条和样条来创建文本作为设计元素。

在功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中单击“文本”按钮A，弹出图 3-22 所示的

“文本”对话框。从“类型”选项组的下拉列表框中选择其中一个创建类型，可供选择的创建类型有“平面的”“曲线上”和“面上”。

1．“平面的”

“平面的”创建类型用于在指定平面上创建文本。选择“平面的”创建类型时，需要分别使用“文本属性”选项组、“文本框”选项组和“设置”选项组来进行相关设置与操作。例如，在“文本框”选项组中设置文本框的锚点位置方式，并在图形窗口中指定锚点放置点（如选择坐标原点作为锚点放置点，NX 将默认在 XC-YC 坐标面上生成文本曲线），在“文本属性”选项组中设定文本线型、脚本和字型，以及在其中的文本框中输入所需的文本，此时可以在“文本框”选项组的“尺寸”子选项组中修改文本框的尺寸参数，如图 3-23 所示。

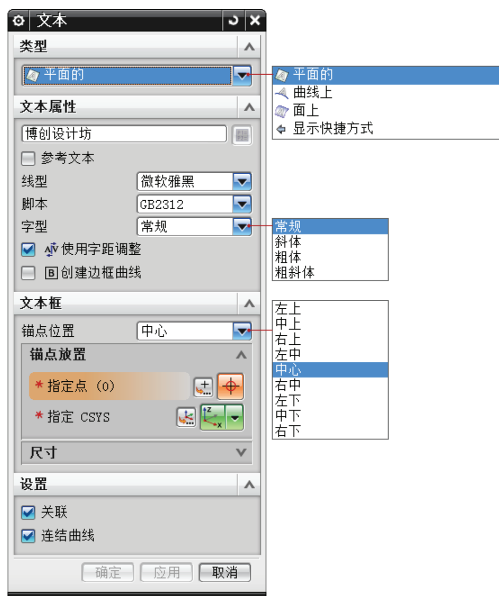


图 3-22 “文本”对话框

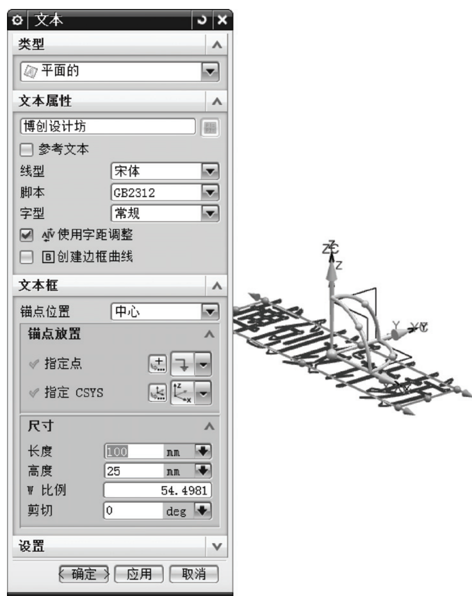


图 3-23 在指定平面上创建文本曲线

2．“曲线上”

“曲线上”创建类型用于沿着相连的曲线串创建文本。选择“曲线上”创建类型时，需要选定文本放置曲线、指定竖直方向的定位方法，以及设置文本属性和文本框参数等，如图 3-24 所示。

3．“面上”

“面上”创建类型用于在一个或多个相连面上创建文本。选择“面上”创建类型时，需要分别指定文本放置面、面上的位置、文本属性、文本框和其他设置选项等，如图 3-25 所示。其中，在指定面上的位置时，可以使用两种放置方法，即“面上的曲线”或“剖切平面”。

3.2.8 创建其他基本曲线

在功能区的“曲线”选项卡中还提供有“曲面上的曲线”按钮、“一般二次曲线”按钮、“规律曲线”按钮、“拟合曲线”按钮、“基本曲线”按钮、“多边形”按钮、

“抛物线”按钮和“双曲线”按钮这些用于绘制特定基本曲线的工具按钮。上述这些工具按钮，有些位于功能区“曲线”选项卡的“曲线”组中，有些位于功能区“曲线”选项卡的“更多”库列表中。下面简要地介绍这些工具按钮的功能含义。



图 3-24　创建“曲线上”文本

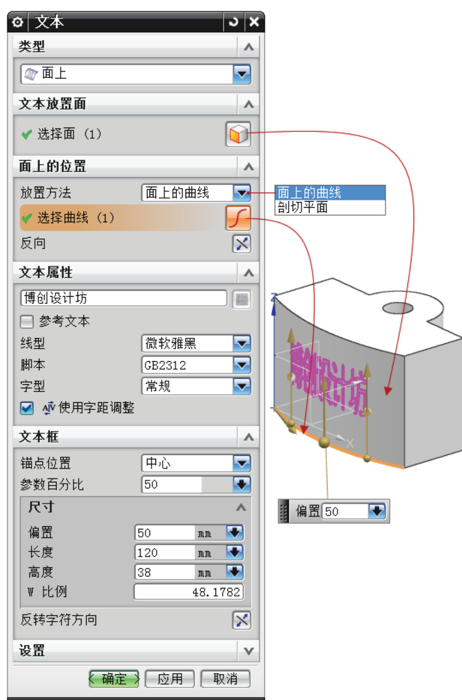


图 3-25　创建“面上”文本

- “曲面上的曲线”按钮：在面上直接创建曲面样条特征。
- “一般二次曲线”按钮：通过使用各种放样二次曲线方程或一般二次曲线方程来创建二次曲线截面。
- “规律曲线”按钮：通过使用规律函数（如常数、线性、三次和方程）来创建样条。
- “拟合曲线”按钮：创建样条、线、圆或椭圆，方法是将其拟合到指定的数据点。
- “基本曲线”按钮：提供备选但非关联的曲线创建和编辑工具。
- “多边形”按钮：创建具有指定边数的多边形。
- “抛物线”按钮：创建具有指定边点和尺寸的抛物线。
- “双曲线”按钮：创建具有指定顶点和尺寸的双曲线。

3.3　创建派生的曲线

在 NX 9.0 中，用于创建各种派生曲线的工具命令包括“偏置曲线”“投影曲线”“相交曲线”“桥接曲线”“在面上偏置曲线”“组合投影”“等参数曲线”“截面曲线”“镜像曲线”“缠绕/展开曲线”“圆形圆角曲线”“简化曲线”“连结曲线”“抽取曲线”“抽取虚拟曲线”和“曲线倒斜角”等。下面介绍用于创建特定派生曲线的一些常用工具按钮。

3.3.1 偏置曲线

“偏置曲线”操作是指将选定曲线在设定方向上按照指定的规律偏移一定的距离来生成新曲线，可以将以该方法生成的曲线形象地称为“偏置曲线”。而对于选定的原始曲线，用户可以在操作过程中设置将如何处理它，如保留或隐藏、删除或替换。在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲线”组中单击“偏置曲线”按钮，弹出图 3-26 所示的“偏置曲线”对话框。在“偏置类型”选项组的下拉列表框中提供了 4 种偏置类型，即“距离”“拔模”“规律控制”和“3D 轴向”。

1.“距离”偏置类型

“距离”偏置类型是指将选定曲线按照设定的距离和方向进行偏置。选择“距离”偏置类型，并在图形窗口中选择要偏置的曲线或曲线链（可巧用选择条“曲线规则”下拉列表框中的曲线规则选项来辅助选择），接着在“偏置”选项组中设置距离值、副本数、偏置方向，并在“设置”选项组中设置偏置曲线的关联性、输入曲线处理方式（如“保留”或“隐藏”）、修剪方式等，然后单击“确定”按钮，即可完成创建偏置曲线。按距离偏置曲线的操作示例如图 3-27 所示。

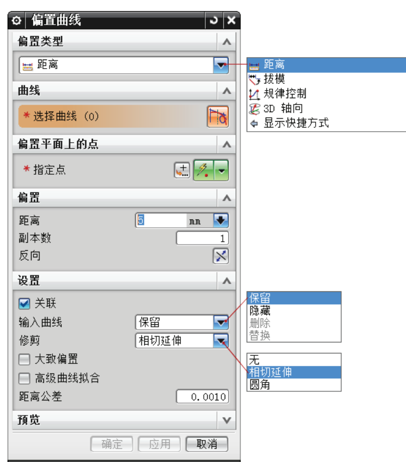


图 3-26 “偏置曲线”对话框

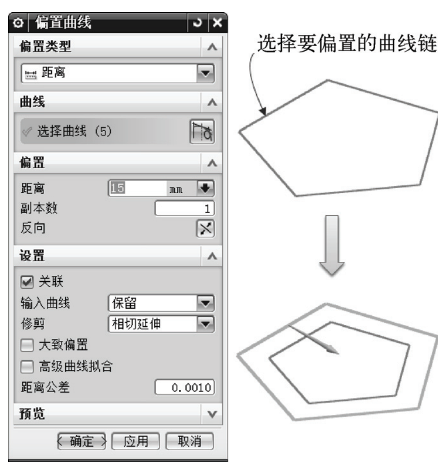


图 3-27 按距离偏置曲线

2.“拔模”偏置类型

“拔模”偏置类型是指将选定曲线按照设定的高度和拔模角度进行偏移，高度为原曲线所在平面和偏移后曲线所在平面的距离，拔模角度为偏移方向与原曲线所在平面法向之间的夹角。使用“拔模”偏置类型创建偏置曲线的典型示例如图 3-28 所示，在该示例中副本数为 2。

3.“规律控制”偏置类型

“规律控制”偏置类型是指按照规律控制偏置距离来偏置曲线。选择“规律控制”偏置类型后，选择要偏置的曲线，在“偏置”选项组中设定规律类型及规律参数、副本数和偏置方向，并在“设置”选项组中设定其他参数，示例如图 3-29 所示，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。



图 3-28　使用“拔模”偏置曲线

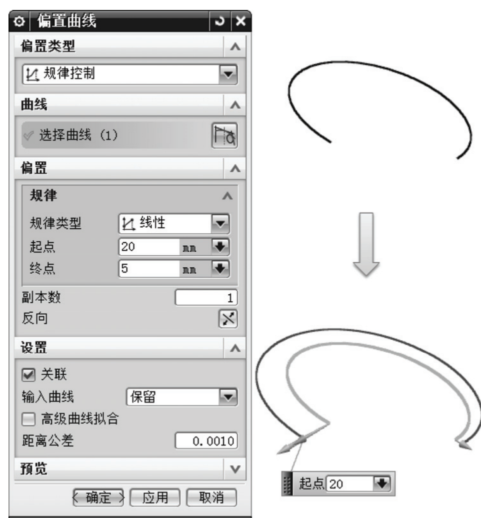


图 3-29　使用“规律控制”偏置曲线

4．“3D 轴向”偏置类型

“3D 轴向”偏置类型是指按照空间的中一个三维偏置距离和偏置方向来偏置曲线。使用“3D 轴向”偏置曲线的典型示例如图 3-30 所示，在该示例中选择了一条倾斜的直线来指定偏置方向。

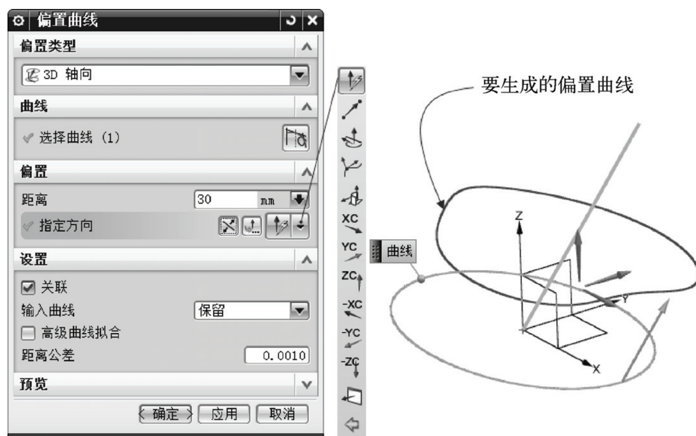


图 3-30　使用“3D 轴向”偏置曲线

3.3.2　在面上偏置曲线

在面上偏置曲线是指沿着选定曲线所在的面偏置曲线。在面上偏置曲线的类型分两种，一种是“恒定”，另一种则是“可变”。

下面以图 3-31 所示的典型实例为例介绍其创建方法与步骤。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择本书配套光盘中的“bc_3_zmspzqx.prt”文件，单击“OK”按钮。

2 在功能区中切换至“曲线”选项卡，接着从“派生的曲线”组中单击“在面上偏置

曲线”按钮，弹出图 3-32 所示的“在面上偏置曲线”对话框。

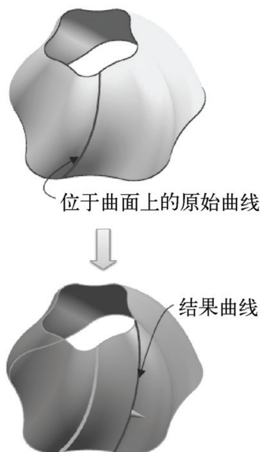


图 3-31　在面上偏置曲线的实例



图 3-32　“在面上偏置曲线”对话框

3 在“类型”选项组的下拉列表框中选择“恒定”选项。

4 在“曲线”选项组中单击“选择曲线”按钮，为新集选择要编辑的曲线/边。本例选择位于曲面上所需的一条曲线，接着在“曲线”选项组中将偏置 1 设置为“20”。

5 在“面或平面”选项组中单击“面或平面”按钮，为偏置选择面，此时可以设置在图形窗口中预览以默认设置而形成的偏置曲线，如图 3-33 所示。如果发现偏置方向侧不是所希望的，那么在“曲线”选项组中单击“反向”按钮。

6 在“方向和方法”选项组的“偏置方向”下拉列表框中选择“垂直于曲线”选项，从“偏置方法”下拉列表框中选择“弦”选项（可供选择的偏置方法有“弦”“弧长”“测地线”“相切”和“投影距离”）；在“倒圆尖角”选项组的“圆角”下拉列表框中选择“无”选项（可供选择的圆角方式有“无”“矢量”“最适合”和“投影矢量”）。

7 在“修剪和延伸偏置曲线”选项组中设置如何修剪和延伸偏置曲线。在本例中，增加勾选“修剪至面的边”复选框和“延伸至面的边”复选框，即勾选该选项组中所有的复选框，如图 3-34 所示。



图 3-33　为偏置选择面后以默认设置预览



图 3-34　设置修剪和延伸偏置曲线

由于曲线形状、偏置方向和偏置方法等因素的影响，在面上产生的偏置曲线可能产生无法对齐到曲面边界等现象，此时可以根据设计要求设置是否修剪至面的边，以及是否延伸至面的边等。有关修剪至面的边、延伸至面的边图解示意如图 3-35 所示。

 在“设置”选项组中勾选“关联”复选框，从“曲线拟合”下拉列表框中选择“三次”选项，从“连接”下拉列表框中选择“否”选项，然后单击“确定”按钮，完成在面上偏置曲线的操作。

如果在本例中，从“在面上偏置曲线”对话框的“类型”下拉列表框中选择“可变”选项，那么可以为偏置设定规律类型，例如，将“规律类型”设置为“线性”，接着将“起点”偏置值设置为“10”，将“终点”偏置值设置为“30”，如图 3-36 所示，可以创建具有可变偏置值的位于指定曲面上的偏置曲线。

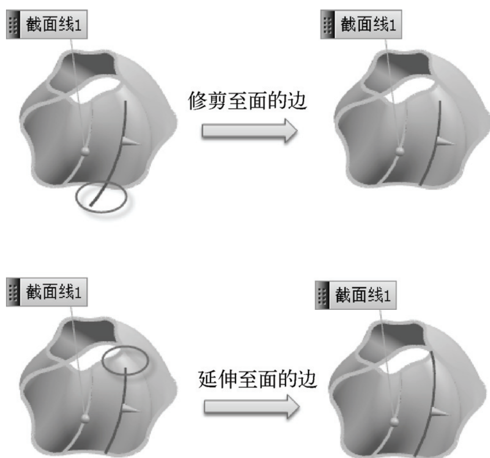


图 3-35 修剪至面的边和延伸至面的边



图 3-36 在面上创建可变偏置曲线

3.3.3 投影曲线

投影曲线是指将曲线或点沿着指定的方向投影到现有平面或曲面上，如图 3-37 所示。要创建投影曲线，则在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲线”组中单击“投影曲线”按钮，弹出图 3-38 所示的“投影曲线”对话框。利用该对话框分别指定要投影的曲线或点、要投影的对象、投影方向、缝隙和其他设置等。下面简要地介绍“投影曲线”对话框各选项组的功能含义。

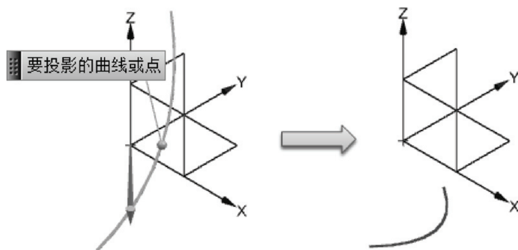


图 3-37 投影曲线的创建示例

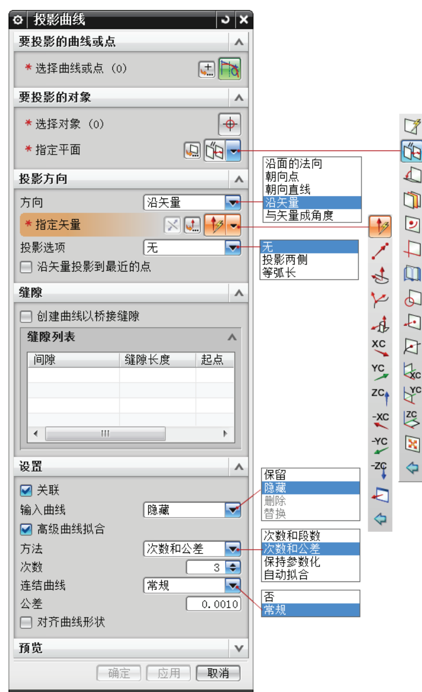


图 3-38 “投影曲线”对话框

- “要投影的曲线或点”选项组：用于选择要进行投影操作的曲线或点。
- “要投影的对象”选项组：用于选择对象或指定平面作为曲线或点要投影到的面。在该选项组中单击“选择对象”按钮并接着在图形窗口中选择面、小平面体或基准平面以进行投影，或者从“指定平面”下拉列表框中选择一个平面选项并根据该平面选项来进行指定平面操作。亦可在该选项组中单击“平面对话框”按钮，利用弹出的“平面”对话框来指定所需的平面。
- “投影方向”选项组：用于设置投影的方向，有“沿矢量”“沿面的法向”“朝向点”“朝向直线”和“与矢量成角度”5 种设置方向的方法。
- “缝隙”选项组：在该选项组中设置是否创建曲线以桥接缝隙。
- “设置”选项组：用于设置与投影操作相关的选项和参数，包括是否具有关联性，对输入曲线如何处理，是否启用高级曲线拟合，是否对齐曲线形状等。

读者可以打开本书配套光盘中的“bc_3_tyqx.prt”文件进行创建投影曲线的练习。

3.3.4 组合投影

组合投影是指组合两个现有曲线链的投影交集以新建曲线。下面通过一个范例介绍通过“组合投影”操作创建新曲线的方法步骤。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择本书配套光盘中的“bc_3_zhty.prt”文件，单击“OK”按钮。文件中已有的两条曲线（链）如图 3-39 所示。

2 在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲线”组中单击“组合投影”按钮，弹出图 3-40 所示的“组合投影”对话框。

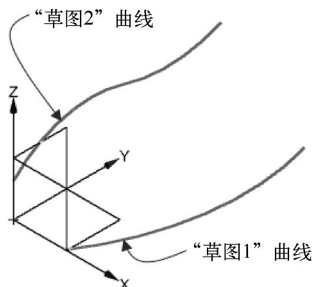


图 3-39　已有的两条曲线

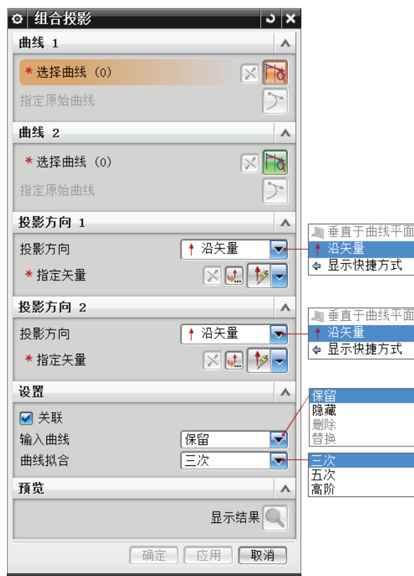


图 3-40　“组合投影”对话框

3 在靠近左端点位置处选择“草图 1”曲线作为要组合投影的曲线 1。选择位置将确定曲线默认的起点方向。

4 在“曲线 2”选项组中单击“曲线”按钮，在靠近左端点位置处选择整条“草图 2”曲线作为要组合投影的曲线 2。

5 在“投影方向 1”选项组的“投影方向”下拉列表框中选择“垂直于曲线平面”选项，在“投影方向 2”选项组的“投影方向”下拉列表框中也选择“垂直于曲线平面”选项，均接受默认的投影方向 1 和投影方向 2，如图 3-41 所示。

6 在“设置”选项组中勾选“关联”复选框，从“输入曲线”下拉列表框中选择“隐藏”选项，从“曲线拟合”下拉列表框中选择“三次”选项。

7 单击“确定”按钮，完成创建的组合投影曲线如图 3-42 所示，同时将“草图 1”曲线和“草图 2”曲线自动隐藏了。

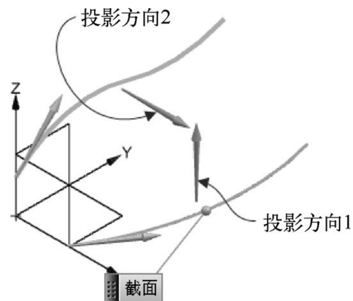


图 3-41　投影方向 1 和投影方向 2 示意

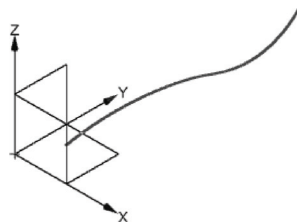


图 3-42　完成创建的组合投影曲线

3.3.5　相交曲线

可以创建两个对象集之间的相交曲线，其方法是在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲

线”组中单击“相交曲线”按钮，弹出图 3-43 所示的“相交曲线”对话框，接着选择第一组面或指定第一组平面，再选择第二组面或指定第二组平面，然后在“设置”选项组中进行相关属性设置，最后单击“应用”按钮或“确定”按钮即可。

3.3.6 镜像曲线

可以从穿过基准平面或平的曲面创建镜像曲线，其方法是在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲线”组中单击“镜像曲线”按钮，弹出图 3-44 所示的“镜像曲线”对话框，接着选择要镜像的曲线、边、曲线特征或草图，通过“镜像平面”选项组选择现有平面或创建一个新平面作为镜像平面，并在“设置”选项组中选中或取消勾选“关联”复选框，从“输入曲线”下拉列表框中选择一个选项来设置如何对输入曲线进行处理，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮即可。



图 3-43 “相交曲线”对话框



图 3-44 “镜像曲线”对话框

创建镜像曲线的典型示例如图 3-45 所示。在该示例中，单击“镜像曲线”按钮打开“镜像曲线”对话框，选择要镜像的一条已有曲线链，在“镜像平面”对话框的“平面”下拉列表框中选择“现有平面”选项，单击“平面或面”按钮，接着选择 YZ 坐标面（YC-ZC 平面）作为镜像平面，在“设置”选项组中勾选“关联”复选框，从“输入曲线”下拉列表框中选择“保留”选项，然后单击“确定”按钮。

3.3.7 桥接曲线

创建桥接曲线是指创建两个对象之间的相切圆角曲线。

在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲线”组中单击“桥接曲线”按钮，弹出图 3-46 所示的“桥接曲线”对话框。下面介绍该对话框各主要选项组的功能用途。

- “起始对象”选项组：用于选择截面曲线或对象（点或面）来作为起始对象。
- “终止对象”选项组：用于对终止对象进行选取，终止对象的类型分 4 种，即“截面”“对象”“基准”和“矢量”。例如，在该选项组中选择“截面”单选按钮，并单击“曲线”按钮，接着在设定曲线规则的前提下选择曲线或边作为终止对象。

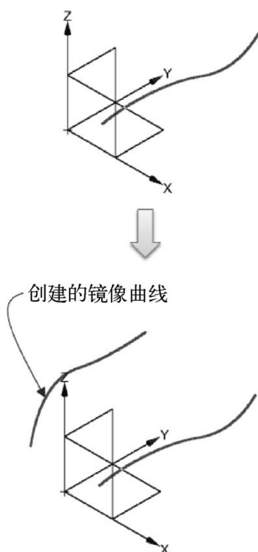


图 3-45　创建镜像曲线的典型示例



图 3-46　“桥接曲线”对话框

● “连续性”选项组：用于对桥接曲线的连续性属性进行设置，包括开始端的连续性和结束端的连续性设置。

● “约束面”选项组：如果需要，在该选项组中单击“面”按钮，接着为桥接曲线选择所需的约束面。此选项组的使用为可选步骤。

● “半径约束”选项组：需要时才对桥接曲线进行半径约束。此选项组的使用为可选步骤。

● “形状控制”选项组：用于控制桥接曲线的形状。该选项组如图 3-47 所示，从“方法”下拉列表框中选择一种形状控制方式（一共有 3 种主要的形状控制方式供选择，即“相切幅值”方式、“深度和歪斜度”方式和“模板曲线”方式）。选择不同的形状控制方式，则对应的参数设置也有所不同。其中，“相切幅值”方式是通过桥接曲线与第一条曲线或第二条曲线连接点的切矢量值来控制曲线的形状；“深度和歪斜度”方式是通过改变曲线峰值的深度和倾斜度来控制曲线的形状；“模板曲线”方式则是通过选择已有的参考曲线来控制桥接曲线的形状。

● “设置”选项组：在该选项组中可以勾选“关联”复选框使桥接曲线具有关联性，并根据设计要求设置是否使用截面上的最近点，以及距离公差，如图 3-48 所示。



图 3-47　“形状控制”选项组

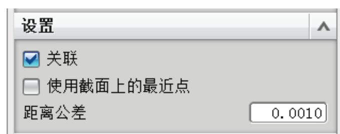


图 3-48　“设置”选项组

读者可以打开本书配套光盘中的“bc_3_tyqx.prt”文件，进行创建桥接曲线的练习，操

作图解如图 3-49 所示。



图 3-49　创建桥接曲线的练习

3.3.8 连结曲线

“连结曲线”是指将曲线链连接在一起以创建单个样条曲线，也就是将一组或一系列曲线连结到一起以重新组合成一条样条曲线。

在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“连结曲线”按钮，弹出图 3-50 所示的“连结曲线”对话框，接着选择要连结的曲线，并在“设置”选项组对以下工具进行设置。

- “关联”复选框：用于设置生成曲线与所选的原始曲线之间的关联性。
- “输入曲线”下拉列表框：用于设置对原始输入曲线的处理方式，如隐藏、保留、删除或替代。
- “输出曲线类型”下拉列表框：用于对输出曲线的阶次进行设置，可根据需要选择不同的输出阶次。
- “距离公差”文本框：用于设置连结曲线的距离公差。
- “角度公差”文本框：用于设置连结曲线的角度公差。

在“连结曲线”对话框的“设置”选项组中设置好相关的选项和参数后，单击“确定”按钮，从而完成创建一条连结曲线。

创建连结曲线的典型示例如图 3-51 所示。原先已经在曲线 1 和曲线 2 之间创建了一条桥接曲线，单击“连结曲线”按钮后，在选择条中将“曲线规则”设置为“相切曲线”，选择由曲线 1、曲线 2 和桥接曲线构成的整条相切曲线链作为要连结的曲线，在“连结曲线”对话框的“设置”选项组中勾选“关联”复选框，将输入曲线的处理方式设为“隐藏”，将输出曲线类型设置为“常规”，然后单击“确定”按钮，从而生成连结曲线并隐藏输入曲线。

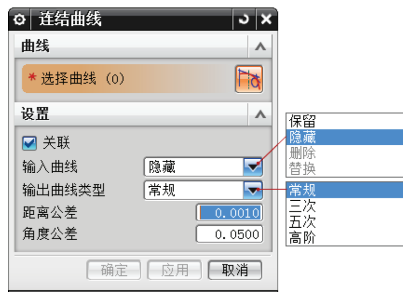


图 3-50　“连结曲线”对话框

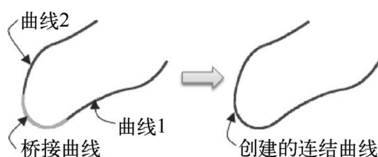


图 3-51　创建连结曲线

3.3.9 等参数曲线

等参数曲线是指沿着某个面的恒定 U 或 V 参数线来创建的曲线。

在功能区“曲线”选项卡的“派生的曲线”组中单击“等参数曲线”按钮，弹出图 3-52 所示的“等参数曲线”对话框，选择要在其上创建等参数曲线的面，接着在对话框的“等参数曲线”选项组中对方向和位置进行设置，方向分“U”“V”以及“U 以及 V”3 种，而位置设置方式则有“均匀”“通过点”和“在点之间”3 种，选择不同的位置设置方式，则进行的参数设置或对象选择会有所不同；另外，“设置”选项组的“关联”复选框用于设置等参数曲线与所选面之间的关联性。

创建等参数曲线的一个典型示例如图 3-53 所示。



图 3-52 “等参数曲线”对话框

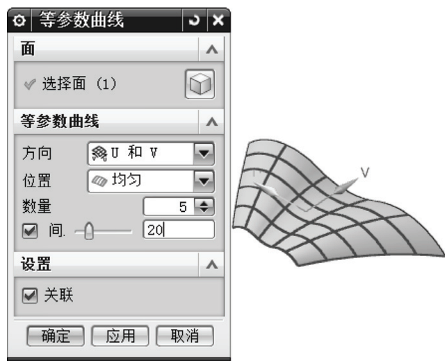


图 3-53 示例：创建等参数曲线

3.3.10 抽取曲线与抽取虚拟曲线

本小节介绍抽取曲线和抽取虚拟曲线的实用知识。

1．抽取曲线

在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“抽取曲线”按钮，弹出图 3-54 所示的“抽取曲线”对话框，该对话框提供了 6 个抽取方式按钮，分别用于对边曲线、轮廓曲线、完全在工作视图中、等斜度曲线、阴影轮廓和精确轮廓进行抽取，以从体的边和面创建曲线。

2．抽取虚拟曲线

在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“抽取虚拟曲线”按钮，弹出图 3-55 所示的“抽取虚拟曲线”对话框，利用该对话框可以从面旋转轴、倒圆中心线和虚拟交线创建曲线。当从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“虚拟交线”或“倒圆中心线”选项时，选择要从中抽取虚拟曲线的圆角面来创建相应类型的曲线；当选择“旋转轴”选项时，选择圆柱面、锥面或旋转面来抽取其中心轴以生成曲线。

3.3.11 圆形圆角曲线

可以创建两个曲线链之间具有指定方向的圆形圆角曲线。

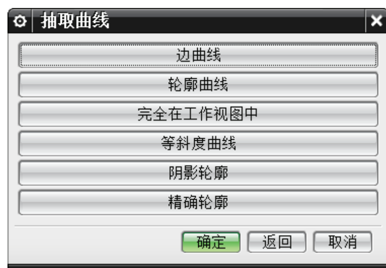


图 3-54 “抽取曲线”对话框



图 3-55 “抽取虚拟曲线”对话框

在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“圆形圆角曲线”按钮，弹出图 3-56 所示的“圆形圆角曲线”对话框，接着利用以下选项组进行操作与设置来创建圆形圆角曲线。

- “曲线 1”选项组：在该选项组中单击“曲线”按钮，选择要创建圆形圆角曲线的参考曲线链 1。
- “曲线 2”选项组：在该选项组中单击“曲线”按钮，选择要创建圆形圆角曲线的参考曲线链 2。
- “圆柱”选项组：用于设置圆柱方向选项、半径选项和半径参数值，并可以设置是否显示圆柱。圆柱方向选项有“最适合”“变量”“矢量”和“当前视图”4 种，半径选项有“曲线 1 上的点”“曲线 2 上的点”和“值”3 种。
- “形状控制”选项组：通过拖动相应滑块选定参数值来对曲线 1 和曲线 2 进行形状控制。
- “设置”选项组：在该选项组中设置是否勾选“关联”复选框，指定曲线拟合阶次和公差，需要时单击“补弧”按钮以获得补弧形式的圆形圆角效果。
- “预览”选项组：单击“显示结果”按钮，在图形窗口中显示结果，此时单击“撤销结果”按钮，返回到当前圆形圆角曲线的设置、编辑状态。

通过“圆形圆角曲线”对话框分别指定曲线 1 和曲线 2，并设置相关的圆柱参数和形状控制参数等，如图 3-57 所示，然后单击“确定”按钮。

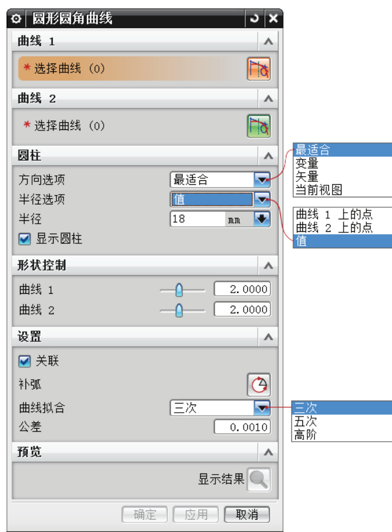


图 3-56 “圆形圆角曲线”对话框

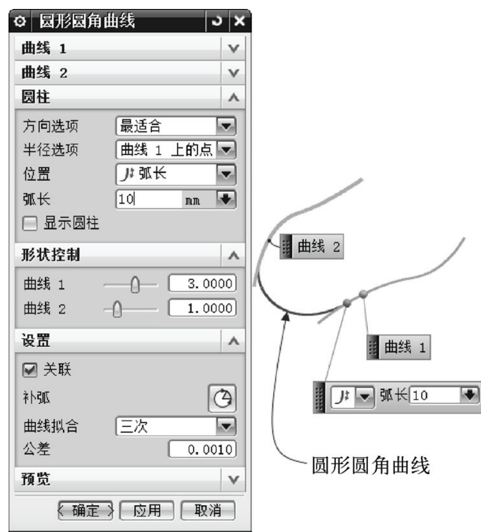


图 3-57 创建圆形圆角曲线



3.4 曲线编辑

在实际建模工作中，使用相关曲线创建工具所创建的曲线有时不符合设计要求，还需要对曲线进行相应编辑，如修剪曲线、更改曲线长度、分割曲线、编辑曲线参数、编辑圆角等、修剪拐角、拉长曲线和光顺样条等。本节主要介绍曲线的常用编辑功能。

3.4.1 修剪曲线

使用“修剪曲线”功能可以修剪或延伸曲线到选定的边界对象。

在功能区“曲线”选项卡的“编辑曲线”组中单击“修剪曲线”按钮，弹出图 3-58 所示的“修剪曲线”对话框，下面介绍该对话框各选项组的功能用途。

- “要修剪的曲线”选项组：用于选择要修剪的曲线特征。在该选项组中单击“曲线”按钮，在图形窗口中选择要修剪的曲线，接着从“要修剪的端点”下拉列表框中选择“起点”或“终点”以设置要修剪的端点为起点或终点。
- “边界对象 1”选项组：用于选择对象或指定平面作为边界对象 1。
- “边界对象 2”选项组：用于选择对象或指定平面作为边界对象 2。
- “交点”选项组：该选项组提供“方向”下拉列表框和“方法”下拉列表框。“方向”下拉列表框用于确定边界对象与待修剪曲线的交点判断方式，包括“最短的 3D 距离”“相对于 WCS”“沿一矢量方向”和“沿屏幕垂直方向”4 种方式。“方法”下拉列表框用于选择交点的判断是自动判断还是用户自动判断。
- “设置”选项组：在该选项组中可以设置图 3-59 所示的内容，包括设置修剪后的曲线与源曲线具有关联性，选定对输入曲线的处理方式、曲线延伸方式，指定是否修剪边界对象、是否保持选定边界对象和是否自动选择递进。自动选择递进是指 NX 系统按选择步骤自动进入下一步选择操作状态。



图 3-58 “修剪曲线”对话框



图 3-59 “设置”选项组

修剪曲线的典型示例如图 3-60 所示，执行“修剪曲线”工具命令后，在选择要修剪的曲线时，要注意曲线的选择位置，其选择位置决定了要被修剪掉的部分。



图 3-60 修剪曲线的典型示例

3.4.2 曲线长度

使用“曲线长度”功能可以在曲线的每个端点处延伸或缩短一段长度，或者使曲线达到一个总曲线长度。

在功能区“曲线”选项卡的“编辑曲线”组中单击“曲线长度”按钮，弹出图 3-61 所示的“曲线长度”对话框，接着选择要更改长度的曲线，并在“延伸”选项组中分别对“长度”“侧”和“方法”进行设置，在“限制”选项组中设置曲线长度限制条件。当在“延伸”选项组的“长度”下拉列表框中选择“增量”选项时，在“限制”选项组中设置的是从开始位置和结束位置变化的增量值；当在“延伸”选项组的“长度”下拉列表框中选择“全部”选项时，在“限制”选项组中设置的是曲线全部长度，NX 将在指定的延伸侧按照设定的曲线全部长度值调整曲线。另外，在“设置”选项组中对曲线的关联性和输入曲线的处理方法等进行设置。

3.4.3 编辑曲线参数

大多数曲线类型的参数都可以编辑。在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“编辑曲线参数”按钮，弹出图 3-62 所示的“编辑曲线参数”对话框，接着选择要编辑的曲线，NX 将弹出用于编辑该曲线参数的对话框，从中完成曲线参数的修改工作。



图 3-61 “曲线长度”对话框



图 3-62 “编辑曲线参数”对话框

3.4.4 光顺样条与光顺曲线串

本小节介绍使用“光顺样条”与“光顺曲线串”工具命令编辑曲线的操作。

1．光顺样条

“光顺样条”是指通过最小化曲率大小或曲率变化来移除样条中的小缺陷。

在功能区“曲线”选项卡的“编辑曲线”组中单击“光顺样条”按钮，弹出图 3-63 所示的“光顺样条”对话框，接着在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“曲率”或“曲率变化”选项，这里以选择“曲率”选项为例。在图形窗口中选择要光顺的曲线，例如选择某条艺术样条，系统弹出图 3-64 所示的“光顺样条”对话框警告用户：“此操作从曲线特性中移除参数。要继续吗？”单击“确定”按钮确认操作，然后在先前的“光顺样条”对话框中设置光顺限制的起点百分比和终点百分比，设置起点约束和终点约束条件，指定光顺因子和修改百分比参数，则在“结果”选项组中显示当前光顺操作结果的最大偏差值，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。



图 3-63 “光顺样条”对话框（1）

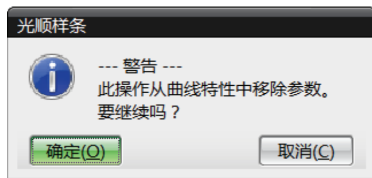


图 3-64 “光顺样条”对话框（2）

2．光顺曲线串

“光顺曲线串”是指从各种曲线创建连续截面。在功能区“曲线”选项卡的“编辑曲线”组中单击“光顺曲线串”按钮，弹出图 3-65 所示的“光顺曲线串”对话框，接着选择要光顺的曲线（可选择形成曲线串的多条曲线），需要时在“固定曲线”选项组中单击“曲线”按钮并选择要在预选定的曲线集合中保持不变的曲线，然后在“连续性”选项组设置连续性级别、合并方式以及是否添加过渡圆角，在“设置”选项组中设置关联性、输入曲线处理方式、距离阈值、角度阈值和最大偏差值，最后单击“确定”按钮即可。



距离阈值指定在尝试连接曲线时的搜索距离。角度阈值的设置意义在于如果两条相连曲线的相切夹角超过角度阈值，则连接将被视为有意产生的尖角。

光顺曲线串的操作示例如图 3-66 所示，选择直线和艺术样条作为要光顺的曲线，没有

指定固定曲线，将连续性级别设为“G1（相切）”，设置添加过渡圆角，合并方式为“所有曲线”，隐藏输入曲线。



图 3-65 “光顺曲线串”对话框

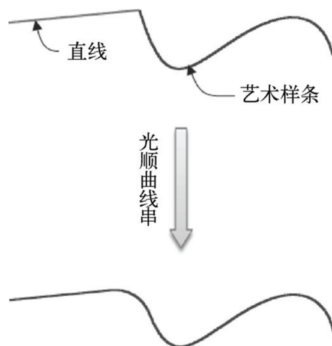


图 3-66 光顺曲线串

3.4.5 模板成型

使用“模板成型”功能可以变换样条的当前形状以匹配模板样条的形状特性。

在功能区“曲线”选项卡的“编辑曲线”组中单击“模板成型”按钮，弹出图 3-67 所示的“模板成型”对话框。在“选择步骤”选项组中单击“要成型的曲线”按钮，在图形窗口中选择要成型的样条曲线，接着在“选择步骤”选项组中单击“模板曲线”按钮，在图形窗口中选择模板样条，然后在“模板成型”对话框中设置是否整修曲线和是否编辑副本，并拖动滑块来调整成型效果，如图 3-68 所示。然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，并确认创建参数将从曲线被移除。



图 3-67 “模板成型”对话框



图 3-68 模板成型示例

3.4.6 分割曲线

分割曲线是指曲线分割成多段，各段都是一个独立的对象，并赋予与原来曲线相同的线型等属性。

在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“分割曲线”按钮，弹出图 3-69 所示的“分割曲线”对话框。在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中提供 5 种分割类型，即“等分段”“按边界对象”“弧长段数”“在结点处”和“在拐角上”。



1. 等分段

“等分段”是指将曲线以等参数或等弧长的方式分割成指定段数的节段。选择“等分段”类型后选择要分割的曲线，接着在“段数”选项组的“分段长度”下拉列表框中选择“等参数”或“等弧长”选项，并指定段数，然后单击“确定”按钮，便可完成对曲线的分割操作。

2. 按边界对象

“按边界对象”是指将选定曲线按照指定的边界对象进行分割。如图 3-70 所示，边界对象可以由“现有曲线”“投影点”“2 点定直线”“点和矢量”或“按平面”这些方法来指定。

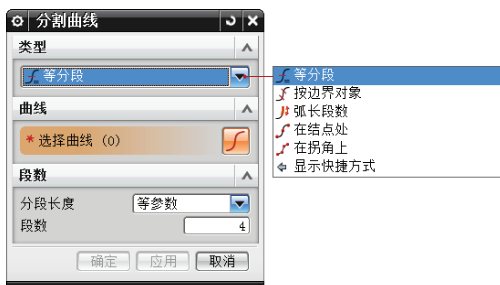


图 3-69 “分割曲线”对话框



图 3-70 选择“按边界对象”类型时

3. 弧长段数

“弧长段数”是指将通过定义每节段弧长来分割曲线。如图 3-71 所示，选择要分割的曲线后需要在“弧长段数”选项组的“弧长”文本框中输入每节段的弧长，NX 系统会自动算出段数和剩余的部分长度。

4. 在结点处

“在结点处”用于将选定曲线在指定的结点处进行分割。如图 3-72 所示，选择要分割的曲线后需要通过设置的结点方法来指定所需的结点，然后单击“确定”按钮来完成分割曲线。“在结点处”类型不能用于一些曲线，而通常用于样条曲线的分割。



图 3-71 选择“弧长段数”类型时



图 3-72 选择“在结点处”类型时

5. 在拐角上

“在拐角上”用于将选定曲线在指定的拐角处进行分割。如图 3-73 所示，选择要分割的曲线后通过“拐角”选项组的拐角方法来指定所需的拐角，然后单击“确定”按钮。

3.4.7 拉长曲线

“拉长曲线”功能用于在拉长或收缩选定直线的同时移动几何对象。在功能区“曲线”选项卡中单击“更多”|“拉长曲线”按钮，弹出图 3-74 所示的“拉长曲线”对话框。



图 3-73 选择“在拐角上”类型时



图 3-74 “拉长曲线”对话框

在其中的“XC 增量”文本框、“YC 增量”文本框和“ZC 增量”文本框中分别输入增量值，或者单击“点到点”按钮来通过指定两点来定义拉长的增量，在图形窗口中选择要拉长的对象，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。

“拉长曲线”对话框中的“重置值”按钮用于重新设置当前的 XC 增量、YC 增量和 ZC 增量值，“撤销”按钮则用于撤销刚单击“应用”按钮所执行的拉长操作。

3.4.8 修剪拐角

修剪拐角是指修剪两个曲线至它们的公共交点以形成拐角。在功能区的“曲线”选项卡中单击“更多”|“修剪拐角”按钮，弹出图 3-75 所示的“修剪拐角”对话框，接着选择要修剪的拐角，在选择拐角时需要注意光标选择球的位置，光标选择球中心所处的角将被修剪，修剪拐角的示意图如图 3-76 所示。

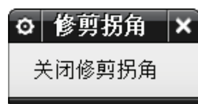


图 3-75 “修剪拐角”对话框



图 3-76 修剪拐角的示意图

3.4.9 X 成形

使用“X 成形”功能可以编辑样条和曲面的极点和点。在功能区“曲线”选项卡的“编辑曲线”组中单击“X 成形”按钮，弹出图 3-77 所示的“X 成形”对话框，接着选择要开始编辑的曲线或曲面，然后可以选择极点进行操控，注意灵活使用“参数化”选项组、



“方法”选项组、“边界约束”选项组和“设置”选项组等辅助编辑所选对象的极点和点。



图 3-77 “X 成形”对话框

3.5 思考与上机练习

1）基准特征主要包括哪些？分别如何创建它们？

2）如何理解基本曲线特征和草图曲线特征。

3）可以创建哪几种类型的文本？可以举例加以说明。

4）在 NX 9.0 中，派生的曲线主要包括哪些曲线？

5）投影曲线和组合投影有什么异同之处？

6）本章介绍的曲线编辑功能包括哪些？

7）上机操作：要求自行设计一个范例，在该范例中至少要创建一个基准平面、多个点，将新建的基准平面作为支持平面来创建若干个基本曲线特征，然后在此基础上创建至少 3 条不同的派生曲线，并练习分割曲线、调整曲线长度等曲线编辑操作。

8）上机练习：分别创建两个圆弧特征，第一个圆弧的起点坐标为“0,0,30”、终点坐标为“0,100,35”、中点坐标为“0,52,50”，第二个圆弧的起点坐标为“50,0,0”、终点坐标为“50,100,0”、中点坐标为“60,50,0”，注意设置这两个圆弧所在的支持平面，接着创建组合投影曲线（隐藏输入曲线），再镜像曲线，以及绘制桥接曲线，最后创建连结曲线（隐藏输入曲线），上机操作图解如图 3-78 所示。

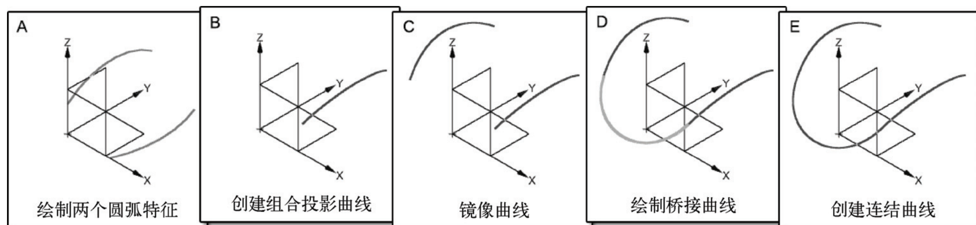


图 3-78 上机操作图解

第 4 章　零件设计特征



本章导读：

UG NX 9.0 具有卓越的实体建模功能，而实体建模是三维建模最基础也是最重要的一个组成部分。本章将重点介绍零件设计特征，包括体素特征、拉伸特征、旋转特征、孔、凸台、腔体、垫块、键槽、槽、筋板、三角形加强筋和螺纹。要求读者通过本章学习，能够掌握这些设计特征的创建方法及创建技巧等。

4.1　体素特征

体素特征用于建立基本体素和简单的实体模型，如块体（长方体）、圆柱体、圆锥体和球体等，通常用做三维模型的“坯件”，在“坯件”上可以创建其他实体特征。事实上，很多实体模型都可以看做是由若干个基本体素特征组合而成的。

4.1.1 长方体

长方体是较为常见的一种体素特征，它是通过设置其位置和相关尺寸参数来创建的。

进入“建模”应用模块，在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“块”按钮，弹出“块”对话框，如图 4-1 所示。块（长方体）的生成类型有 3 种，即“原点和边长”“两点和高度”和“两个对角点”。从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择一种生成类型，接着按选择步骤操作，并根据需要在相应文本框中输入块的尺寸参数等，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可创建所需要的块（长方体）。

1．原点和边长

使用“原点和边长”生成类型时，要先指定一点作为长方体的放置原点，接着在“尺寸”选项组中输入长方体的长度、宽度和高度值来创建设定参数的长方体。例如，选择基本坐标系的原点作为长方体的放置原点，将长度值设置为“100”，宽度值为“60”，“高度”值为“32”，则最后生成的长方体模型如图 4-2 所示。

2．两点和高度

使用“两点和高度”生成类型时，需要指定长方体一个面上的两个对角点，并指定长方体的高度尺寸参数，如图 4-3 所示（A 点和 B 点组成了长方体一个面上的两个对角点）。



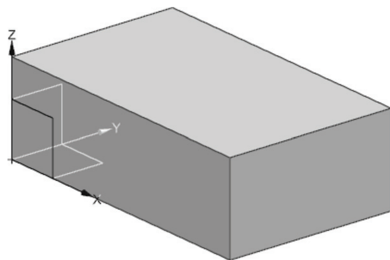


图 4-1 “块”对话框　　图 4-2 使用“原点和边长”创建的长方体

3．两个对角点

使用“两个对角点”生成类型时，只需分别指定两个点来创建长方体，该两个点作为长方体的两个对角点，如图 4-4 所示。为了精确定位这两个点，可以在相应选项组中单击“点构造器”按钮，利用弹出的“点”对话框设定点坐标或使用点类型选项精确选定所需点。

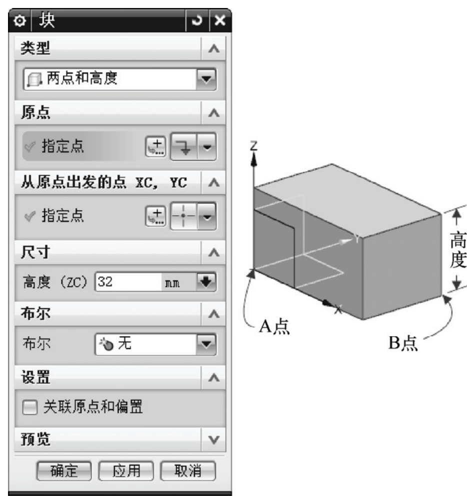


图 4-3 使用“两点和高度”创建长方体

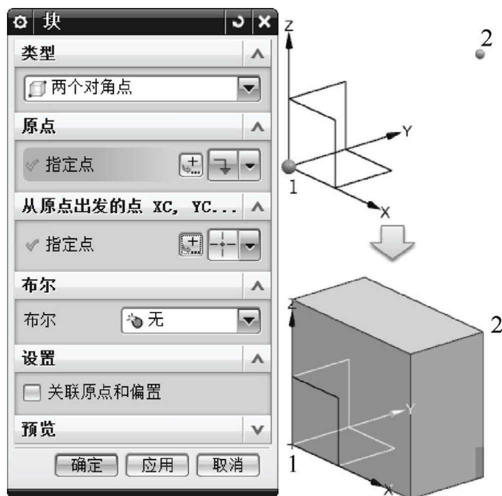


图 4-4 使用“两个对角点”创建长方体

4.1.2 圆柱体

要创建圆柱体，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“圆柱”按钮，弹出“圆柱”对话框。圆柱的创建类型有“轴、直径和高度”和“圆弧和高度”两种，用户可以在“圆柱”对话框的“类型”下拉列表框中选择所需的创建类型。

1．轴、直径和高度

使用“轴、直径和高度”创建类型时，通过指定圆柱体的轴矢量方向和底面中心点的位置并设置其直径和高度来创建圆柱体，如图 4-5 所示。创建此类型的圆柱体时，可以在“设

置”选项组中设置是否关联轴。

2．圆弧和高度

使用“圆弧和高度”创建类型时，需要在图形窗口中选择一条圆弧或圆作为圆柱体的参考曲线，接着指定圆柱体的高度来创建圆柱体，典型示例如图 4-6 所示。在创建此类型的圆柱体的过程中，如果需要更改默认的圆柱体生成方向（生成方向垂直于所选曲线所在的平面），则在“圆弧”选项组中单击“反向”按钮。

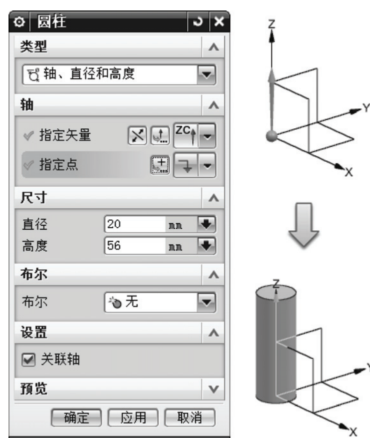


图 4-5　使用“轴、直径和高度”创建圆柱

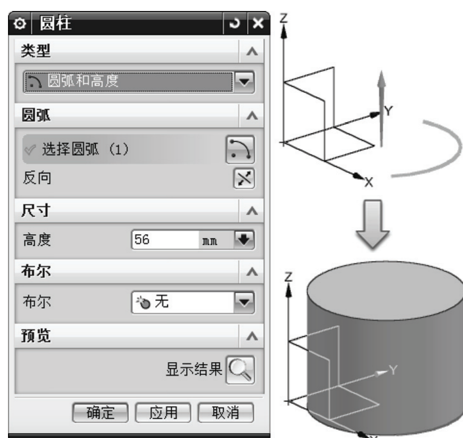


图 4-6　使用“圆弧和高度”创建圆柱

4.1.3 球体

要创建球形实体，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“球”按钮，弹出“球”对话框，从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“中心点和直径”选项或“圆弧”选项作为创建类型，不同的创建类型所需的参数或参照是不同的。

1．中心点和直径

选择“中心点和直径”创建类型时，需要指定球体的直径，以及利用点构造器（“点”对话框）等指定一点作为球体的中心点，从而创建一个球体，如图 4-7 所示。使用此方法创建球体时，可以在“设置”选项组中设置是否关联中心点。

2．圆弧

选择“圆弧”创建类型时，只需在图形窗口中选择现有的一个圆或圆弧曲线，即可创建出一个球体特征，如图 4-8 所示。

4.1.4 圆锥体

要创建圆锥和圆台实体，在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“圆锥”按钮，弹出图 4-9 所示的“圆锥”对话框，在“类型”选项组的“类型”下拉列表框选择创建圆锥体的一种生成方式，可供选择的生成方式有“直径和高度”“直径和半角”“底部直径、高度和半角”“顶部直径、高度和半角”和“两个共轴的圆弧”，接着根据所选的生成方式进行相应的参数设置与参照选择，最后单击“确定”按钮即可。最常用的圆锥生成方式是“直径和高度”，此时需要指定圆锥体的轴向矢量、中心点和相关的尺寸参数（底部直



径、顶部直径和高度）。圆台实体与圆锥实体的图例如图 4-10 所示，当顶部直径不为零时产生的是圆台实体，当顶部直径为零时产生的是圆锥实体。

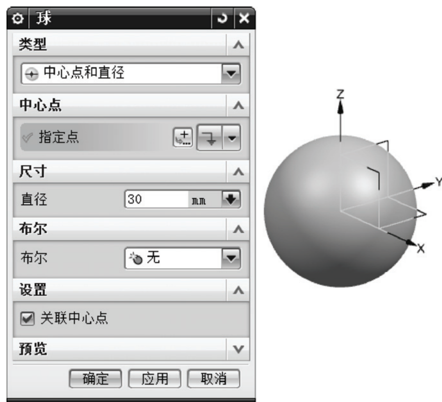


图 4-7　使用“中心点和直径”创建球体



图 4-8　使用“圆弧”创建球体



图 4-9　“圆锥”对话框

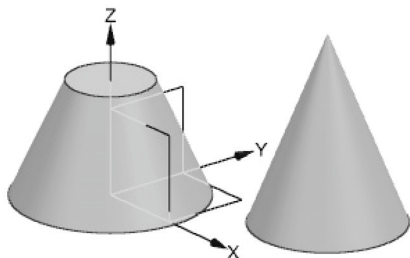


图 4-10　圆锥实体与圆台实体

4.2　拉伸

“拉伸”是特征建模中较为常用的一种方法，通过将二维几何元素沿着所指定的矢量方向拉伸，直到某一个指定位置时便形成拉伸特征。拉伸特征既可以是实体，也可以是曲面片体。创建拉伸特征的典型示例如图 4-11 所示。

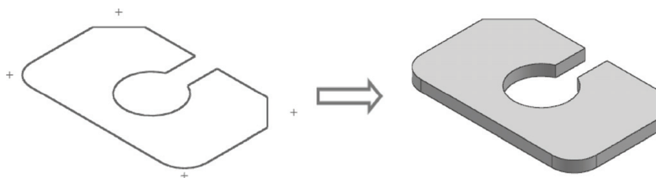


图 4-11　创建拉伸特征

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，打开图 4-12 所示的“拉伸”对话框。下面分别介绍“拉伸”对话框各选项组的功能用途。

1．“截面”选项组

“截面”选项组用来指定用于拉伸的截面曲线。该选项组提供以下两种方式定义截面曲线。

- 单击“曲线”按钮，接着选择截面几何图形，或选择要草绘的平的面来绘制所需的截面几何图形。
- 单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框，如图 4-13 所示，接着指定草图类型并根据所选草图类型进行相关设置以创建一个草图，进入草图工作界面绘制所需的截面几何图形，完成草图后自动返回到“拉伸”对话框。



图 4-12　“拉伸”对话框



图 4-13　“创建草图”对话框

2．“方向”选项组

“方向”选项组用来设置拉伸的方向。用户可以从该选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择一个矢量选项（可供选择的矢量选项有“自动判断的矢量”、“两点”、“曲线/轴矢量”、“曲线上矢量”、“面/平面法向”、“XC 轴”、“YC 轴”、“ZC 轴”、“-XC 轴”、“-YC 轴”、“-ZC 轴”和“视图方向”），其中有些矢量选项还需要选择相应参照来完成方向矢量定义。也可以单击“矢量对话框”按钮，利用弹出的“矢量”对话框来定义方向矢量。如果要反转方向矢量，则单击“反向”按钮。

3．“限制”选项组

“限制”选项组用来设置拉伸的起始位置和终止位置。其中，在该选项组的“开始”和“结束”下拉列表框中可以通过“值”“对称值”“直至下一个”“直至选定”“直至延伸部分”和“贯通”6 种方式之一指定起始位置和终止位置，如图 4-14 所示。



图 4-14 “限制”选项组

- “值”：根据沿着方向矢量测量的值来定义拉伸距离。选择该方式时，则在“距离”文本框中输入数值指定位置，正值沿着方向矢量拉伸，负值则反向拉伸。
- “对称值”：在截面的两侧应用设定的距离值。
- “直至下一个”：通过查找与模型中的“下一个”面的相交部分来确定限制，即该方式将拉伸特征沿着方向路径延伸到下一个体。
- “直至选定”：将截面曲线拉伸到选定的面、基准平面或体。
- “直至延伸部分”：当截面延伸超过所选择面上的边时，将拉伸特征（如果是体的话）修剪到该面。
- “贯通”：沿着指定方向路径进行拉伸以完全贯通所有的可选体。

4．“布尔”选项组

“布尔”选项组用于设置创建的体和模型中已有体是如何进行布尔运算来组合的，包括“无”“求和”“求差”“求交”和“自动判断”。

5．“拔模”选项组

“拔模”选项组用于控制拉伸时是否形成拔模角。在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中提供了 6 种拔模类型选项，如图 4-15 所示，它们的功能含义如表 4-1 所示。

表 4-1　拉伸的拔模类型选项

序　　号	类 型 选 项	说　　明	图 例 示 意
1	无	不添加拔模角	
2	从起始限制	从起始限制处定义拔模的固定面，即拉伸形状在起始限制处保持不变，从该固定面处将相同的拔模角应用于侧面	
3	从截面	在截面位置定义拔模的固定面，各边拔模角度既可以是单个的角度，也可以是多个不同的拔模角度	
4	从截面-不对称角	在截面的前后允许不同的拔模角，截面处保持形状固定；此选项仅在从截面的两侧同时拉伸时才可用	A1 A2

（续）

序　　号	类 型 选 项	说　　明	图 例 示 意
5	从截面-对称角	在截面的前后使用相同的拔模角，截面处保持形状固定；此选项仅在从截面的两侧同时拉伸时才可用	
6	从截面匹配的终止处	调整拔模角使前后端盖匹配，即创建拔模时截面保持不变，在截面处分割拉伸特征的侧面，并自动调整相应拔模角度以使拉伸的起始面和终止面大小匹配（如形状大小相同）；此选项仅在从截面的两侧同时拉伸时才可用	

6．“偏置”选项组

“偏置”选项组用于对要拉伸的截面曲线进行偏置，然后再对偏置后的截面曲线进行拉伸。在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中提供了 4 种偏置类型，如图 4-16 所示，包括“无”“单侧”“双侧”和“对称”。这 4 种偏置类型的功能用途如表 4-2 所示。

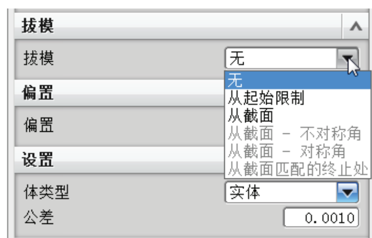


图 4-15　拔模类型选项

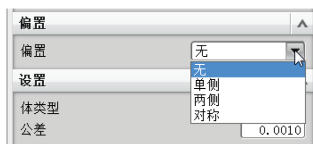


图 4-16　偏置类型

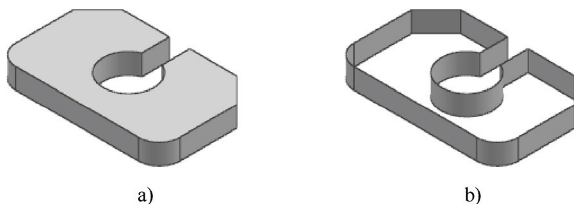
表 4-2　4 种偏置类型的功能用途

序　　号	类 型 选 项	说　　明	图 例 示 意
1	无	拉伸时没有偏置截面曲线，软件系统默认的偏置类型为“无”	
2	单侧	只对截面曲线进行单侧偏置，在“结束”文本框中输入正值则向正方向偏置，输入负值则向负方向偏置	
3	两侧	在截面曲线的两侧进行偏置，两侧的偏置值可以不相同	
4	对称	对截面曲线进行对称偏置，即向截面曲线两侧偏置的距离相等	

7．“设置”选项组

在“设置”选项组中控制拉伸的体类型和公差。体类型可以为“实体”或“片体”。当从“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项时，拉伸结果是生成拉伸实体，拉伸实体的截

面通常为封闭轮廓的截面，也可以是要进行偏置处理的开放轮廓截面。当从“体类型”下拉列表框中选择“片体”选项时，则拉伸结果是生成拉伸片体（曲面）。图 4-17 是针对相同的截面几何曲线，拉伸结果为实体或片体的效果对比图。



a)　　　　　　　　　　　　b)

图 4-17　不同体类型的拉伸效果对比图

a) 体类型为“实体”时　b) 体类型为“片体”时

8．“预览”选项组

在“预览”选项组勾选“预览”复选框时，则在创建拉伸体的过程中在图形窗口中预览拉伸情况。如果要显示拉伸结果，则单击“显示结果”按钮。

课堂练习文件：“CH4\ls.prt”。

4.3　旋转

旋转操作是指将草图截面或曲线等二维对象绕着指定的旋转轴线旋转一定的角度来生成实体或曲面片体。在这里以创建旋转实体为例进行介绍，典型的旋转实体如图 4-18 所示。平时见到的带轮、法兰盘和轴类等零件主体都可以采用“旋转”方式来构建。创建旋转实体的步骤和创建拉伸实体的步骤类似。

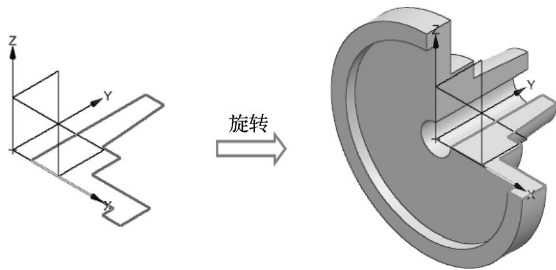


图 4-18　旋转实体

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“旋转”按钮，弹出图 4-19 所示的“旋转”对话框，接着利用该对话框的“截面”选项卡、“轴”选项卡、“限制”选项卡、“布尔”选项卡和“设置”选项卡等进行相关参照和参数的定义操作。与“拉伸”对话框相同的一些设置内容在此不再赘述。

1．“截面”选项组

“截面”选项组用于指定要旋转的截面几何图形。既可以通过“曲线”按钮来选择截面几何图形，也可以通过单击“绘制截面”按钮并进入草图工作界面绘制旋转截面几何图形。有效的旋转截面几何图形应该全部位于所要求的旋转轴的同一侧。对于旋转截面几何图

形，如果需要，可以单击“指定原始曲线”按钮来在其中选择某一段曲线作为原始曲线。

2．“轴”选项组

“轴”选项组用于指定旋转体的旋转轴。在“指定矢量”下拉列表框中选择一种矢量选项，并根据所选矢量选项指定相应的参照。如果单击“矢量对话框”按钮，则弹出图 4-20 所示的“矢量”对话框，利用该对话框也可以指定矢量。对于有些类型的轴矢量，还需要指定一个轴点。轴点的定义可以使用“点构造器”按钮。



图 4-19 “旋转”对话框



图 4-20 “矢量”对话框

3．“限制”选项组

在“限制”选项组中设置旋转的起始位置和结束位置。例如，在该选项组的“开始”下拉列表框选择“值”或“直至选定”，接着输入开始角度值或选择面、体、基准平面来设定开始旋转的位置。“结束”处的旋转位置同样也有“值”和“直至选定”两种限制方式。

4．“偏置”选项组

“偏置”选项组用于设置是否对旋转截面几何图形进行偏置。在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中提供两种偏置选项，即“无”和“两侧”。当选择“无”选项时，表示在旋转时没有对旋转截面几何图形进行偏置，其旋转效果如图 4-21 所示，该选项是系统默认的偏置选项。当选择“两侧”选项时，表示在旋转时对截面几何图形的两侧都进行了偏置，其旋转效果如图 4-22 所示。

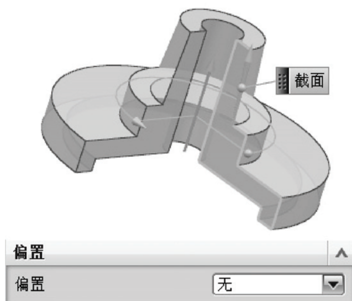


图 4-21 “无”偏置的旋转效果

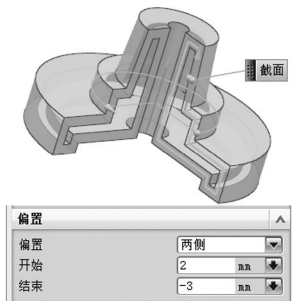


图 4-22 “两侧”偏置的旋转效果



课堂练习文件："CH4\xz.prt"。

4.4 孔

孔是在已有实体上才能创建的一种常见的"加工"类型的设计特征。

在功能区"主页"选项卡的"特征"组中单击"孔"按钮，弹出"孔"对话框，如图 4-23 所示。从"类型"选项组的下拉列表框中可以看出孔的类型较多，包括"常规孔""钻形孔""螺钉间隙孔""螺纹孔"和"孔系列"。孔特征的创建方法通常是在"孔"对话框中指定孔的类型，接着选择实体表面或基准平面来定义孔的放置位置点，定义孔方向，并根据所选孔类型设置相应孔的参数和选项等，然后单击"确定"按钮或"应用"按钮。



图 4-23 "孔"对话框

不管是哪种类型的孔，都需要指定孔的放置位置和孔的方向。

"孔"对话框的"位置"选项组用来设置孔特征的放置位置，有"绘制截面"和"点"两种方法确定孔的中心点位置。

- 单击"绘制截面"按钮，利用弹出的"创建草图"对话框指定放置平面创建内部草图，在草图环境下绘制点以作为孔的中心点，可以绘制多个草图点以定义多个孔的放置位置点。
- 单击"点"按钮，可选择已经存在的点作为孔的放置中心点。激活该"点"按钮时，还可以通过选择要草绘的平的面以快速进入草绘环境，接着创建所需草图点作为孔的放置中心点。

"孔"对话框的"方向"选项组用于定义孔特征的方向。在该选项组的"孔方向"下拉列表框选择"垂直于面"选项或"沿矢量"选项，前者用于设置孔方向垂直于孔所在的面（通常其矢量方向与孔所在平面的法向相反），后者则用于通过多种方式构建矢量来定义孔方向（可使用"指定矢量"下拉列表框或"矢量构造器"按钮），如图 4-24 所示。

不同类型的孔，其要定义的形状和尺寸或规格参数是不同的。下面针对不同类型的孔进行简单地介绍。

1. 常规孔

常规孔最为常用。在"类型"选项组的"类型"下拉列表框中选择"常规孔"时，在"形状和尺寸"下拉列表框的"成形"下拉列表框中可以选择 4 种成形方式之一，这 4 种成形方式分别是"简单""沉头""埋头"和"锥形"，如图 4-25 所示。指定常规孔的成形方式后，在"尺寸"子选项组中设置孔的各项特征参数，其中，"深度限制"下拉列表框提供了指定孔特征深度的不同方式，包括"值""直至选定""直至下一个"和"贯通体"。



图 4-24　选择“沿矢量”定义孔方向时



图 4-25　指定常规孔的成形方式

2．钻形孔

在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“钻形孔”选项时，需要分别定义孔的放置位置点、孔方向、形状和尺寸、布尔方式、标准和公差等，如图 4-26 所示。

3．螺钉间隙孔

在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“螺钉间隙孔”选项时，需要分别定义孔的放置位置点、孔方向、形状和尺寸、布尔方式、标准和公差等，从定义内容来看和钻形孔的定义内容很相近，但它们存在着明显的细节差异，螺纹间隙孔有自己的形状和尺寸、标准，例如在“形状和尺寸”方面，螺纹间隙孔分为“简单”“沉孔”和“埋头”3 种成形方式，有着自己的螺钉类型和螺钉尺寸等参数属性，如图 4-27 所示。

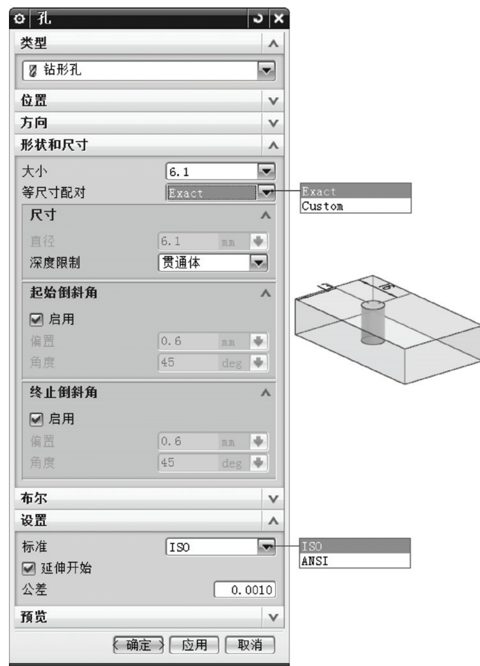


图 4-26　创建钻形孔

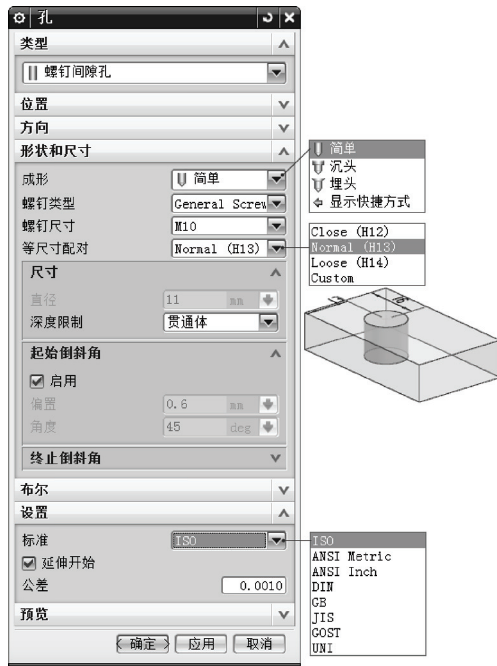


图 4-27　创建螺钉间隙孔

4．螺纹孔

螺纹孔在机械设计中很常见，是一种常用的零件之间的连接结构。在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“螺纹孔”选项并指定孔位置和方向后，还需要在“设置”选项组的“标准”下拉列表框中选择所需的一种适用标准，接着在“形状和尺寸”选项组中分别设置螺纹尺寸、旋向、深度限制尺寸、止裂口、起始倾斜角和终止倾斜角等，如图 4-28 所示。

5．孔系列

在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“孔系列”选项，接着分别指定孔位置、孔方向，以及利用“规格”选项组分别设置“端点”“起始”和“中间”3 个选项组上的规格内容，如图 4-29 所示。

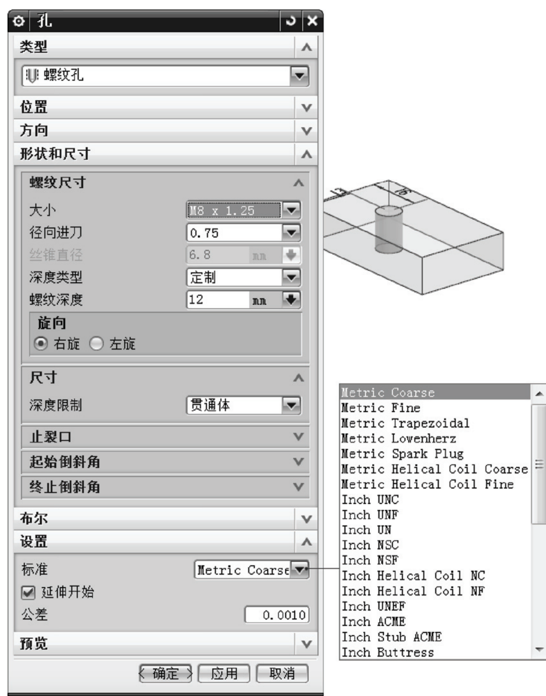


图 4-28　创建螺纹孔



图 4-29　创建孔系列

请看以下的一个孔创建范例（可做课堂练习）。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\ktz.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，原始模型如图 4-30 所示。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框，接着在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项。

3 在“位置”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框，在“草图类型”下拉列表框中选择“在平面上”选项，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，接着在模型中单击图 4-31 所示的实体平面，然后单击“确定”按钮。

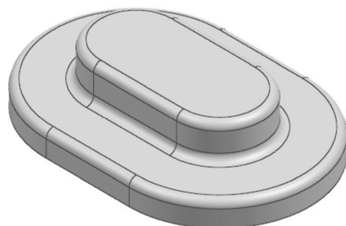
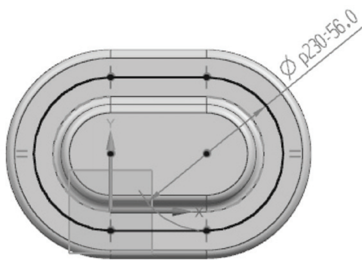
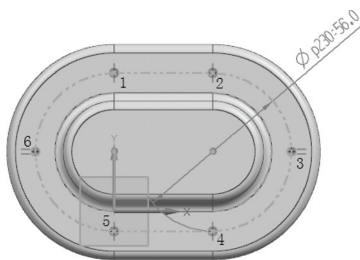

图 4-30　原始模型



图 4-31　指定草图平面

4 进入草图任务环境。单击相关的曲线工具绘制图 4-32 所示的闭合“跑道形”曲线，接着在功能区“主页”选项卡的“约束”组中单击“转换至/自参考对象”按钮，弹出“转换至/自参考对象”对话框，在“转换为”选项组中选择“参考曲线或尺寸”单选按钮，然后在图形窗口中选择整个“跑道形”曲线，单击“确定”按钮，从而将整个“跑道形”曲线转换为参考曲线。在“曲线”组中单击“点”按钮弹出“草图点”对话框，选择“自动判断的点”图标选项，并结合选择条上适当的点捕捉工具来分别创建图 4-33 所示的 6 个点。关闭“草图点”对话框后，单击“完成”按钮。


图 4-32　绘制“跑道形”曲线


图 4-33　创建 6 个草图点

5 默认的孔方向方式为“垂直于面”。在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“沉孔”选项，在“尺寸”子选项组中设置“沉头直径”为“13”，“沉头深度”为“4”，“直径”为“6.6”，“深度限制”方式为“贯通体”，如图 4-34 所示。

6 单击“应用”按钮，完成创建 6 个沉孔，效果如图 4-35 所示。

7 在“位置”选项组中单击“绘制截面”按钮，选择沉孔所在的实体放置面作为新孔的放置平面，创建图 4-36 所示的两个草图点，单击“完成”按钮。

8 在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”选项，在“尺寸”子选项组中设置“直径”为“5”，“深度限制”方式为“贯通体”，如图 4-37 所示。

9 单击“应用”按钮，完成创建两个“简单”成形的常规孔，效果如图 4-38 所示。

10 确保孔类型为“常规孔”，在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”选项，在“尺寸”子选项组的“直径”文本框中输入直径为“14”，从“深度限制”

下拉列表框中选择“值”选项，在“深度”文本框中输入深度值为“14”，在“顶锥角”文本框中设置顶锥角为“120”，如图 4-39 所示。



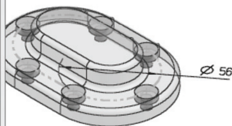


图 4-34　设置沉孔尺寸等

图 4-35　创建 6 个沉孔

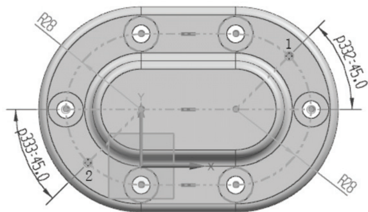


图 4-36　创建两个草图点



图 4-37　定义“简单”常规孔的尺寸参数等

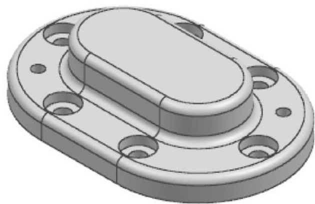


图 4-38　完成创建两个“简单”常规孔

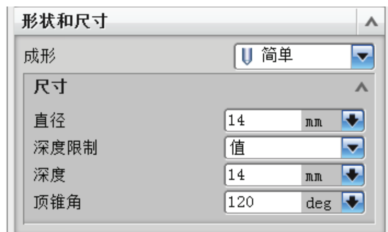


图 4-39　设置常规孔的形状和尺寸

11 在“位置”选项组中单击“点”按钮，将鼠标指针置于图形窗口中并按住鼠标中键翻转模型视图，在位于上边框条的选择条中确保选中“圆弧中心”按钮以启用“圆弧中心”点捕捉模式，分别在模型底面选择图 4-40 所示的两条圆弧边以获取其相应的圆心作为

孔的放置中心点。

12 在“孔”对话框中单击“确定”按钮，完成创建两个简单孔的泵盖零件如图 4-41 所示。

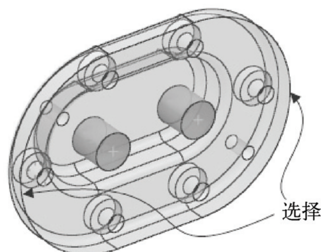


图 4-40 选择圆弧获取圆弧中心点

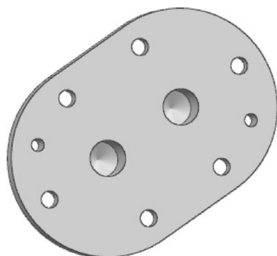


图 4-41 完成效果（泵盖零件）

4.5 凸台

凸台是构建在指定平面上的圆形形体，通常是在原有实体上添加材料形成的。

要创建凸台，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“凸台”按钮，弹出图 4-42 所示的“凸台”对话框，接着选择平的放置面，并在“凸台”对话框中设置凸台的直径、高度和锥角参数，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，系统弹出如图 4-43 所示的“定位”对话框，利用该对话框提供的定位工具创建定位尺寸来确定凸台在放置面的位置，可实现凸台与其所依附实体的精确定位。



图 4-42 “圆台”对话框



图 4-43 “定位”对话框

“定位”对话框提供的定位工具有以下 6 种。

- “水平”按钮：用于创建目标边与工具边在水平基准方向上的定位尺寸。在这里要了解目标体和工具体、目标边和工具边的概念。已有实体或基准对象可作为目标体，在目标体上选定的边缘或基准被称为目标边；要创建的设计对象为工具体，在工具体上选定的边对象被称为工具边（也称刀具边）。由于凸台是圆形构造形态，软件系统默认其工具边为凸台中心点。
- “竖直”按钮：用于创建目标边与工具边在竖直基准方向上（即在与水平基准正交方向上）的定位尺寸。
- “平行”按钮：用于创建平行定位尺寸，以规定特征上的工具边点与实体上目标边点的最短距离。当目标边或工具边被选择时，离选择单击位置最近的边缘端点被选中，一般多用于圆形特征的定位约束。
- “垂直”按钮：用于创建垂直定位尺寸，可约束设计特征（如凸台）与目标边的垂直距离。

- “点落在点上”按钮：此定位方法创建定位尺寸是“平行”定位方法的一种特例，将使得工具体的指定点与实体上的目标点重合。
- “点落在线上”按钮：用于设置工具体的指定点到目标边的垂直距离为零，即设置工具体的指定点落在目标边上。

下面介绍创建凸台的一个操作实例。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\tt.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，原始实体模型如图 4-44 所示。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“凸台”按钮，弹出“凸台”对话框。

3 在原始实体模型的上端面（与基准坐标系的 XY 面平行的一个实体面）中心区域单击以选择上端面作为凸台的放置面。

4 在“凸台”对话框中分别设置直径、高度和锥角的参数值，如图 4-45 所示，然后单击“确定”按钮。

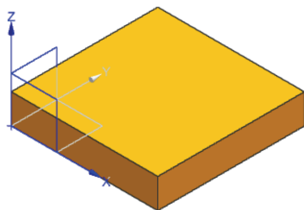


图 4-44　原始实体模型

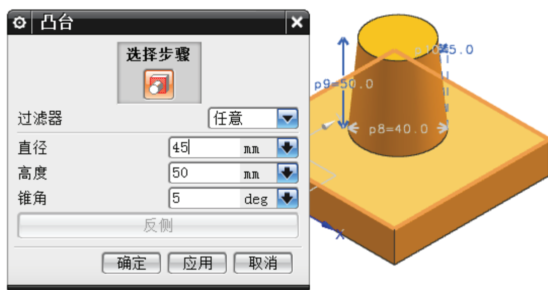


图 4-45　设置凸台的 3 个参数值

5 系统弹出“定位”对话框，单击“水平”按钮，弹出图 4-46 所示的“水平参考”对话框，在图形窗口中选择 XC 轴作为水平参考，接着选择在实体模型上选择图 4-47 所示的边缘作为目标对象（目标边），接着在当前表达式的框中将水平定位尺寸的值更改为“50”，如图 4-48 所示，单击“应用”按钮。



图 4-46　选择水平参考



图 4-47　指定目标对象（目标边）

6 在“定位”对话框中单击“竖直”按钮，在实体模型上选择图 4-49 所示的边缘作为目标对象（目标边）。



图 4-48　更改水平定位尺寸值

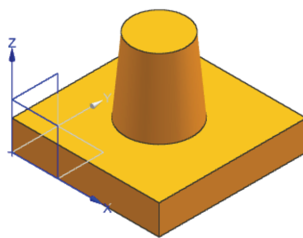


图 4-49　选择目标对象（目标边）

7 输入竖直定位尺寸的新值为“50”，如图 4-50 所示。然后单击“确定”按钮，完成创建的凸台如图 4-51 所示。



图 4-50　指定竖直定位尺寸的新值


图 4-51　完成凸台设计



在本例中，对于凸台的定位，还可以采用其他的定位工具，例如“垂直”按钮。使用“垂直”按钮对凸台进行定位更便捷，无需指定水平参考等，且“垂直”按钮为系统默认的定位方式。读者可以自行进行练习。

4.6　腔体

腔体是在目标体上移除设定形状的材料。

要在实体上创建腔体特征，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“腔体”按钮，弹出图 4-52 所示的“腔体”对话框，从中单击“圆柱形”“矩形”和“常规”3 种腔体构造按钮之一。下面分别对这 3 种腔体构造方式进行介绍。

1．“圆柱形”

“圆柱形”腔体构造方式用于定义一个圆柱形腔体，其参数包括“腔体直径”“深度”“底面半径”和“锥角”。可以按照以下方法步骤来完成“圆柱形”腔体的创建。

1 在“腔体”对话框中单击“圆柱形”按钮，弹出图 4-53 所示的“圆柱形腔体”对话框。



图 4-52 “腔体”对话框



图 4-53 “圆柱形腔体”对话框

2 在实体模型中选择平的放置面。

3 系统弹出图 4-54 所示的“圆柱形腔体”对话框，在其中设置该类腔体的 4 个参数，即腔体直径、深度、底面半径和锥角。

4 系统弹出图 4-55 所示的“定位”对话框，利用该对话框创建所需的定位尺寸来设置圆柱形腔体在模型放置面中的具体位置。

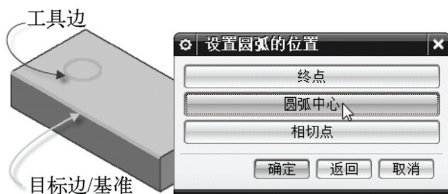


图 4-54 设置圆柱形腔体的参数



图 4-55 “定位”对话框

例如，在某个圆柱形腔体创建实例中（配套的练习范例文件为“CH4\qt.prt”。），在“定位”对话框中单击“垂直”按钮，接着选择目标边/基准，选择圆形工具边，并在弹出的“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮，如图 4-56a 所示，然后在“创建表达式”对话框中将该垂直定位尺寸的值设置为所需的值，如图 4-56b 所示，单击“确定”按钮。



a)

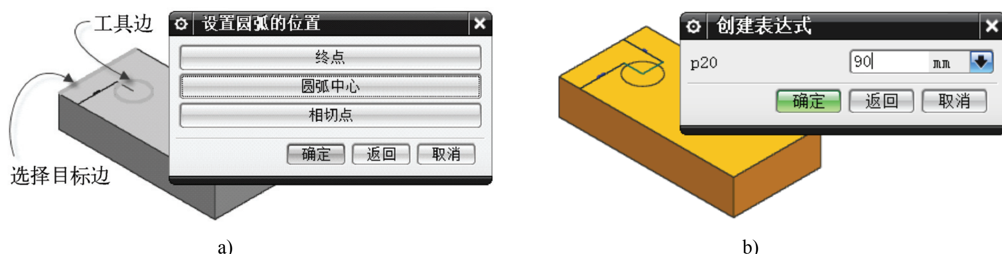


b)

图 4-56 创建一个垂直定位尺寸

a) 指定目标边和工具边的位置关系 b) 输入该垂直定位尺寸的新值

返回到“定位”对话框，再次单击“垂直”按钮，分别选择目标边和圆形工具边，如图 4-57a 所示，在“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮；弹出“创建表达式”对话框，输入第 2 个垂直定位尺寸的新值，如图 4-57b 所示，单击“确定”按钮。



a) b)

图 4-57 创建一个垂直定位尺寸

a) 指定目标边和工具边的位置关系 b) 输入该垂直定位尺寸的新值

完成创建的圆柱形腔体如图 4-58 所示。

2．“矩形”

“矩形”腔体构造方式用于定义一个矩形腔体，其参数包括长度、宽度、深度、拐角半径、底面半径和锥角，矩形腔体的典型示例如图 4-59 所示。该矩形腔体的创建步骤如下。

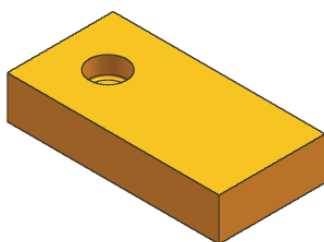


图 4-58 完成创建圆柱形腔体



图 4-59 矩形腔体示例

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“腔体”按钮，弹出“腔体”对话框，从中单击“矩形”按钮，系统弹出图 4-60 所示的“矩形腔体”对话框。

2 在实体模型中指定要放置矩形腔体的实体平面，系统弹出“水平参考”对话框，此时选择水平参考，如图 4-61 所示。



图 4-60 “矩形腔体”对话框

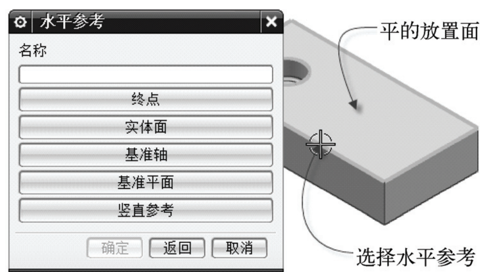


图 4-61 指定平的放置面和水平参考

3 在弹出的“矩形腔体”对话框中设置矩形腔体的参数：“长度”值为“160”、“宽度”值为“80”、“深度”值为“30”、“拐角半径”值为“5”、“底面半径”值为“3”、“锥角”值为“0”，然后单击“确定”按钮。

4 系统弹出“定位”对话框，单击“垂直”按钮，分别选择目标边和工具边，如图 4-62 所示，在弹出的“创建表达式”对话框中将该垂直定位尺寸的新值设置为“160”，单击“确定”按钮。

5 在“定位”对话框中单击“垂直”按钮，分别选择目标边和工具边，并在弹出的“创建表达式”对话框中将该垂直定位尺寸的新值设置为“100”，如图 4-63 所示，单击“确定”按钮。

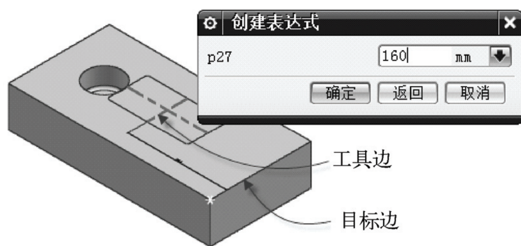


图 4-62　创建垂直定位尺寸 1



图 4-63　创建垂直定位尺寸 2

6 返回到“定位”对话框，单击“确定”按钮，然后关闭“矩形腔体”对话框。

3．“常规”

“常规”腔体构造方式比“圆柱形”和“矩形”更加灵活，但操作和设置也相对复杂。在“腔体”对话框中单击“常规”按钮，弹出图 4-64 所示的“常规腔体”对话框，接着根据需要单击激活相应的步骤按钮（提供的选择步骤按钮较多），并根据提示和实际情况选择相应的参照或设置参数来创建常规腔体。常规腔体的底面可以由用户定义，包括选择现有曲面作为底面；而顶面和底面的形状可以通过指定闭合的曲线串来定义，并且还能指定放置面或底面与其侧面的圆角半径等（如放置面半径、底面半径、拐角半径）。由于常规腔体的创建设置较为复杂，而且平时使用也较少，在此不做详细介绍。



图 4-64　“常规腔体”对话框

4.7　垫块

垫块是创建在目标体（实体或片体）上的形体，即垫块是在目标体上添加块状的材料。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“垫块”按钮，系统弹出图 4-65 所示的“垫块”对话框，该对话框提供两种类型的垫块创建按钮，分别为“矩形”和“常规”。下面分别介绍这两种类型的垫块。

1．“矩形”

“矩形”按钮用于创建矩形形状的垫块，矩形垫块的参数包括长度、宽度、高度、拐角

半径和锥角，如图 4-66 所示。可以继续按照以下的方法步骤来创建矩形垫块。



图 4-65 “垫块”对话框

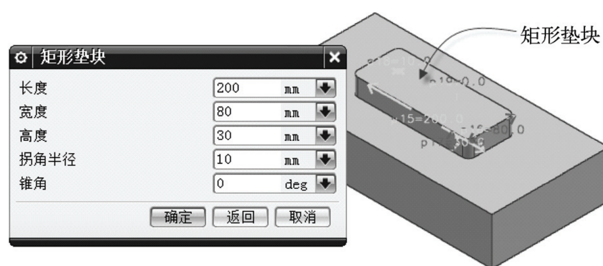


图 4-66 创建矩形垫块

1 在“垫块”对话框中单击“矩形”按钮，弹出图 4-67 所示的“矩形垫块”对话框。

2 选择平的放置面。

3 系统弹出图 4-68 所示的“水平参考”对话框。选择水平参考。水平参考的定义方式可以有“终点”“实体面”“基准轴”“基准平面”和“竖直参考”5 种。



图 4-67 “矩形垫块”对话框



图 4-68 “水平参考”对话框

4 系统弹出用于设置特征参数的“矩形垫块”对话框，如图 4-69 所示，从中设置矩形垫块的特征参数，包括“长度”“宽度”“高度”“拐角半径”和“锥角”，然后单击“确定”按钮。

5 系统弹出图 4-70 所示的“定位”对话框，利用该对话框的相应定位工具创建定位尺寸并设置其新值，从而限定矩形垫块在放置面上的位置。



图 4-69 用于设置特征参数的“矩形垫块”对话框



图 4-70 “定位”对话框

2．“常规”

在“垫块”对话框中单击“常规”按钮，弹出图 4-71 所示的“常规垫块”对话框，常

规垫块的创建步骤和常规腔体的创建步骤类似，两者都较为灵活但设置内容相对复杂，也较少使用，在此对常规垫块同样不做详细介绍。

4.8 键槽

键槽在某些机械零件如轴类零件中出现较多。键槽的结构特点主要体现于在实体中以直槽形状添加一条槽（即以键槽特定的形状去除一定材料来形成），使其贯穿实体或位于实体内部。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“键槽”按钮，系统弹出图 4-72 所示的“键槽”对话框，接着在“键槽”对话框中指定其中一种键槽类型，键槽类型包括“矩形槽”“球形端槽”“U 形槽”“T 型键槽”和“燕尾槽”，必要时可以根据设计要求勾选“通过槽”复选框。在大多数情况下，创建的键槽是非“通过槽”形式的。



图 4-71 “常规垫块”对话框

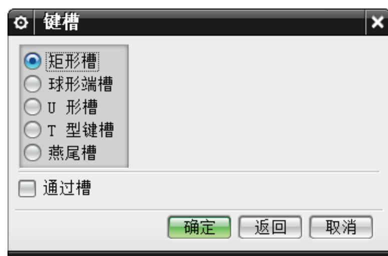


图 4-72 “键槽”对话框

设定键槽类型后，选择键槽的放置平面（必须选择平的放置面，如基准平面或平的实体面），并选择键槽的水平参考。如果之前勾选了“通过槽”复选框以设置要创建的键槽为通槽形式（即键槽将完全通过两个选定面），那么此时还需要根据提示信息来指定贯通面，如分别指定起始贯通面和终止贯通面。此后，系统弹出一个提供键槽参数设置内容的对话框，从中设置键槽的参数，单击“确定”按钮，最后利用弹出的“定位”对话框选择合适的定位方式来对键槽进行定位约束，以完成键槽特征的创建。

表 4-3 以表格的形式简要地介绍各类型键槽的主要特点、定义参数及其相应图例，注意

对照图例理解对应的键槽定义参数。

表 4-3　各类键槽简介

序号	键槽类型	键槽特点	主要的定义参数	图例
1	矩形槽	一种较为常见的键槽，它是沿底部创建的具有锐边的键槽	● 宽度：形成键槽的工具的宽度 ● 深度：键槽的深度，按照与键槽轴相反的方向测量，是指原点到键槽底面的距离 ● 长度：键槽的长度，按照平行于水平参考方向测量	长度 宽度 深度
2	球形端槽	具有球体底面和拐角的键槽；球形端槽的深度值必须大于球半径	● 球直径：键槽的宽度（即刀具的直径） ● 深度：键槽的深度，按照与键槽轴相反的方向测量，是指原点到键槽底面的距离 ● 长度：键槽的长度，按照平行于水平参考的方向测量	长度 球直径 = 宽度 深度
3	U 形槽	此类键槽具有圆角和底面半径；U 形槽的深度值必须大于拐角半径值	● 宽度：键槽的宽度（即切削刀具的直径） ● 深度：键槽的深度，按照与键槽轴相反的方向测量，是指原点到键槽底面的距离 ● 长度：键槽的长度，按照平行于水平参考的方向测量 ● 拐角半径：键槽的底面半径（即切削刀具的边半径）	宽度 长度 深度 拐角半径 拐角半径
4	T 形键槽	创建一个横截面为倒转 T 形的键槽	● 顶部宽度：狭窄部分的宽度，位于键槽上方 ● 底部宽度：较宽部分的宽度，位于键槽下方 ● 顶部深度：键槽顶部的深度，按键槽轴的反方向测量，是指键槽原点到测量底部深度值时的顶部的距离 ● 底部深度：键槽底部的深度，按刀轴的反方向测量，是指测量顶部深度值时的底部到键槽底部的距离	长度 顶部宽度 顶部深度 底部宽度 底部深度
5	燕尾槽	创建一个“燕尾”形状的键槽，此类键槽具有尖角和斜壁	● 宽度：在实体的面上键槽的开口宽度，按垂直于键槽刀轨的方向测量，其中心位于键槽原点 ● 深度：键槽的深度，按刀轴的反方向测量，是指原点到键槽底部的距离 ● 角度：键槽底面与侧壁的夹角	长度 宽度 角 深度

创建矩形键槽的操作范例如下。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\jc.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，原始的实体模型如图 4-73 所示。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框，从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“按某一距离”选项，选择基准坐标系的 XY 平面作为平面参考，设置偏置“距离”为“3”，“平面的数量”为“1”，



如图 4-74 所示，然后单击“确定”按钮。

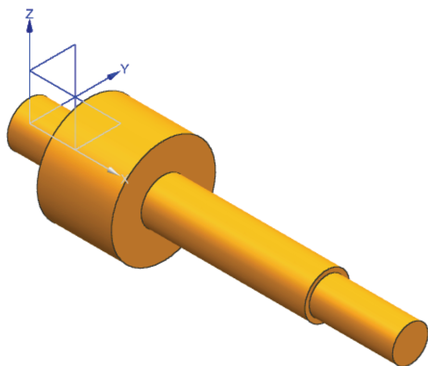


图 4-73　原始的实体模型

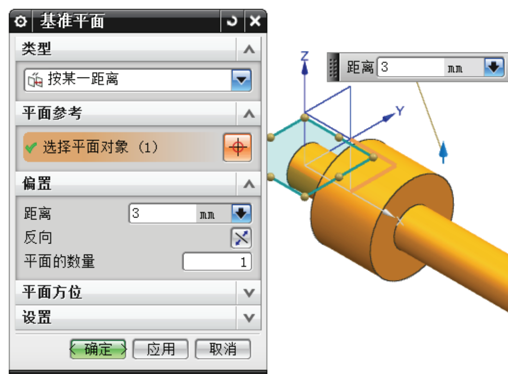


图 4-74　按某一距离创建基准平面

3 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“键槽”按钮，系统弹出“键槽”对话框。

4 在“键槽”对话框中确保取消勾选“通过槽”复选框，选择“矩形槽”单选按钮，确认键槽类型后系统弹出图 4-75 所示的“矩形键槽”对话框。

5 选择新创建的基准平面作为键槽的放置平面，如果发现默认的生成方向箭头不是所希望的，那么单击“反向默认侧”按钮，如图 4-76 所示。



图 4-75　“矩形键槽”对话框

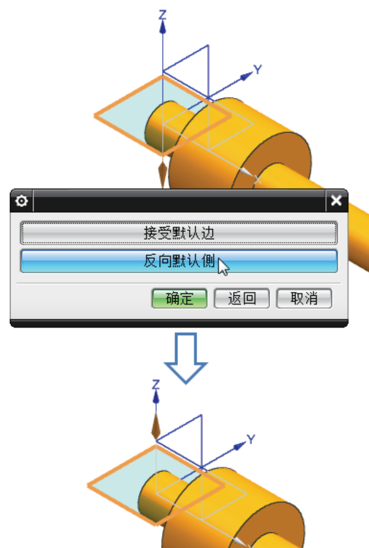


图 4-76　指定键槽的生成方向侧

6 系统弹出“水平参考”对话框，在图形窗口中选择基准坐标系的 *X* 轴定义水平参考，如图 4-77 所示。

7 在弹出的“矩形键槽”对话框中设置矩形键槽的“长度”为“18”，“宽度”为“5”，“深度”为“3.5”，如图 4-78 所示，单击“确定”按钮。

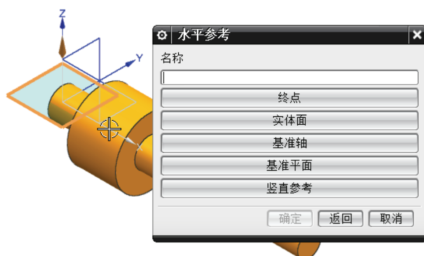


图 4-77 选择水平参考



图 4-78 “矩形键槽”对话框

8 在弹出的“定位”对话框中单击“水平”按钮，接着在轴模型上单击图 4-79 所示的边定义目标对象（边），并在弹出的“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮。

9 在键槽中单击图 4-80 所示的一条圆弧边作为刀具边，并在弹出的“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮。



图 4-79 选择目标对象并设置圆弧的位置



图 4-80 指定刀具边并设置圆弧的位置

10 在“创建表达式”对话框中设置该水平定位尺寸的新值为“20.5”，如图 4-81 所示，单击“确定”按钮。

11 在“定位”对话框中单击“垂直”按钮，选择 XZ 平面作为目标边，接着选择键槽的一条圆弧边作为刀具边，在“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮，然后在弹出的“创建表达式”对话框中输入“0”，单击“确定”按钮。

12 在“定位”对话框中单击“确定”按钮，并在“矩形键槽”对话框中单击“关闭”按钮，完成创建图 4-82 所示的键槽。

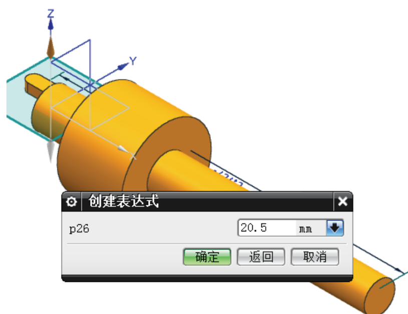


图 4-81 设置水平定位尺寸的新值

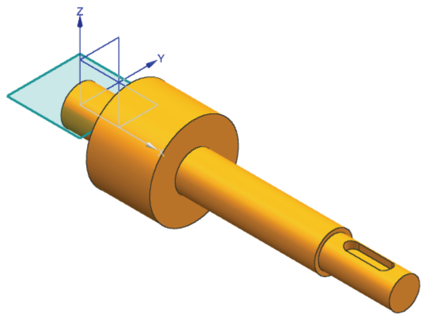


图 4-82 完成创建的键槽

4.9 槽

槽是轴类零件上较为常见的一类特征，它的放置面必须是圆柱面或圆锥面，旋转轴为选定面的轴。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“槽”按钮，系统弹出“槽”对话框，如图 4-83 所示。指定槽的类型为“矩形”“球形端槽”或“U 形沟槽”，接着选择槽的放置面，并在弹出的槽参数对话框中设置相应槽的参数，单击“确定”按钮，弹出图 4-84 所示的“定位槽”对话框。此时可以在“定位槽”对话框中单击“确定”按钮以接受槽的默认初始位置，或者在图形窗口中选择目标边和工具边并在弹出的“创建表达式”对话框中设置工具边到目标边之间的距离后单击“确定”按钮，从而完成槽特征的定位与创建。由此可见，槽特征的定位与其他一些设计特征的定位稍有不同，槽特征的定位并没有提供“定位”对话框，这是因为槽特征只需要在一个方向（轴线方向）上进行定位即可。

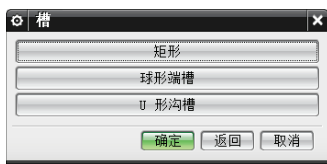


图 4-83 “槽”对话框

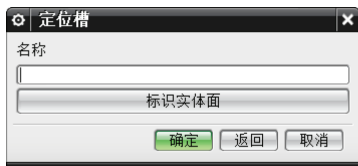


图 4-84 “定位槽”对话框

表 4-4 给出了槽特征的 3 种类型的参数特点及其图例。

表 4-4 槽特征的 3 种类型

序号	槽 类 型	参 数 特 点	图 例
1	矩形	矩形槽的截面为矩形，其参数包括槽直径和宽度	宽度 外部槽 内部槽 宽度 槽直径 槽直径
2	球形端槽	球形端槽的截面通常为半圆形（球形），其参数包括槽直径和球直径	外部槽 球直径 内部槽 槽直径 槽直径 球直径
3	U 形沟槽	U 形沟槽带有拐角，其参数包括槽直径、宽度和拐角半径	外部槽 宽度 内部槽 拐角半径 宽度 槽直径 槽直径 拐角半径

下面介绍一个创建槽特征的典型范例。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\ctz.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，文件中已经存在着一个轴实体。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“槽”按钮，系统弹出“槽”对话框。

3 在“槽”对话框中单击“矩形”按钮，弹出图 4-85 所示的“矩形槽”对话框。在图形窗口中选择图 4-86 所示的圆柱面作为槽特征的放置面。



图 4-85 “矩形槽”对话框（1）

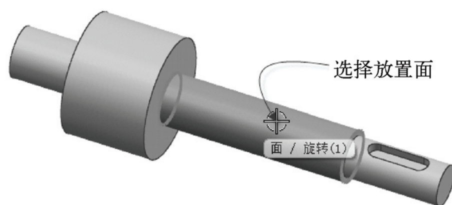


图 4-86 选择放置面

4 在弹出的新“矩形槽”对话框中设置“槽直径”为“12”、“宽度”为“2.5”，如图 4-87 所示，单击“确定”按钮。

5 系统弹出“定位槽”对话框。接着分别选择目标边和刀具边，并设置目标边和刀具边定义的定位距离为“0”，如图 4-88 所示。



图 4-87 设置矩形槽的参数

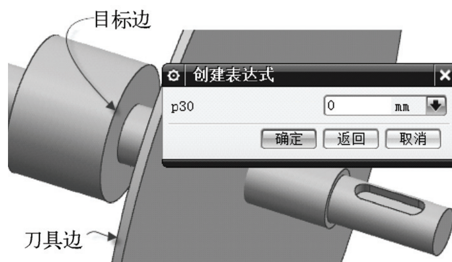


图 4-88 定位槽的操作

6 在“创建表达式”对话框中单击“确定”按钮，完成创建一个矩形槽，效果如图 4-89 所示。

7 在出现的“矩形槽”对话框中单击“返回”按钮，返回到“槽”对话框，使用和前面相同的方法在轴实体模型中再创建一个同样规格大小的矩形槽，完成矩形槽 2 后的模型效果如图 4-90 所示。

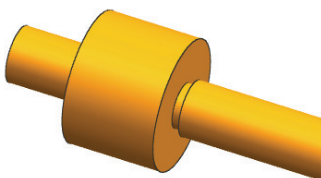


图 4-89 创建一个矩形槽

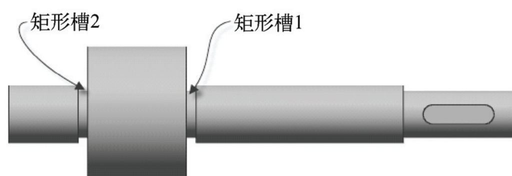


图 4-90 完成矩形槽 2

4.10 螺纹

螺纹是指在旋转实体表面上创建的沿着螺旋线所形成的具有一致剖面的连续凸起或凹槽结构特征。螺纹联接广泛应用于各类机械设计、产品设计和运动传动机构中。

要创建螺纹特征，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多” | “螺纹”按钮，弹出图 4-91 所示的“螺纹”对话框。从该对话框来看，螺纹类型共有两类，分别为“符号”螺纹和“详细”螺纹。下面分别介绍这两种类型的螺纹。



图 4-91 “螺纹”对话框

1．“符号”螺纹

“符号”螺纹并不形成逼真的螺纹三维实体，它只是通过系统生成螺纹符号来表示螺纹和标注螺纹。“符号”螺纹计算量少，生成速度快。

当在“螺纹”对话框的“螺纹类型”选项组中选择“符号”单选按钮时，用户设置螺纹参数的方法有以下两种。

- 从表格中选择：选择要创建螺纹的一个圆柱面时，系统将自动根据该圆柱面的直径进行表格查询以选择匹配的标准螺纹尺寸或螺纹规格参数。允许用户单击“从表格中选择”按钮，并利用弹出的对话框从表中选择所需的螺纹参数。
- 手工输入：当在“螺纹”对话框中勾选“手工输入”复选框时，用户可以在“螺纹”对话框中手工输入螺纹的相关参数。

2．“详细”螺纹

“详细”螺纹表示创建的是真实的螺纹，可以将螺纹的各个细节形态都可视化展现出来。“详细”螺纹的计算量相对较大，因此创建和更新速度会相对较慢。

下面通过一个范例介绍创建“详细”螺纹的操作步骤。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\ctz.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，文件中已经存在着图 4-92 所示的开槽锥端紧定螺钉原始模型。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多” | “螺纹”按钮，弹出“螺纹”对话框。

3 在“螺纹”对话框的“螺纹类型”选项组中选择“详细”单选按钮，在“旋转”选项组中选择“右旋”单选按钮。

4 在模型中选择要创建螺纹的圆柱面，如图 4-93 所示。

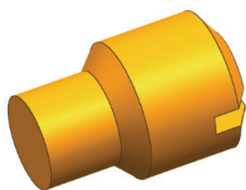


图 4-92 原始模型

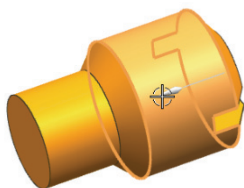


图 4-93 选择要创建螺纹的圆柱面



5 在提示下指定螺纹的起始面，如图 4-94 所示。如果发现在起始面处显示的螺纹轴方向不对（正确的螺纹轴方向应该是由螺纹起始面指向要生成螺纹的圆柱面一侧），那么单击“螺纹轴反向”按钮，如图 4-95 所示。

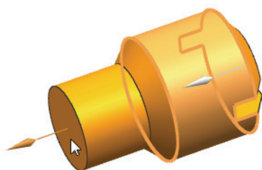


图 4-94 指定螺纹的起始面



图 4-95 设置螺纹轴反向

6 在“螺纹”对话框中设置“详细”螺纹的小径、长度、螺距和角度等参数，如图 4-96 所示。

7 单击“确定”按钮，完成创建“详细”螺纹特征的开槽锥端紧定螺钉如图 4-97 所示。



图 4-96 设置“详细”螺纹的参数

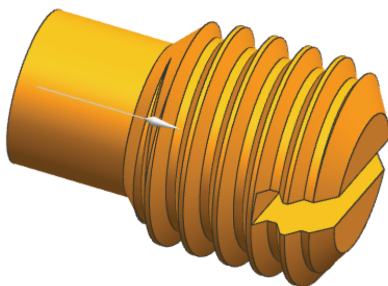


图 4-97 开槽锥端紧定螺钉

4.11 三角形加强筋

三角形加强筋多出现在一些铸件零件中。本节通过一个范例介绍如何创建三角形加强筋。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\sjxjqj.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，文件中已经存在着图 4-98 所示的机械零件。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“三角形加强筋”按钮，弹出图 4-99 所示的“三角形加强筋”对话框。

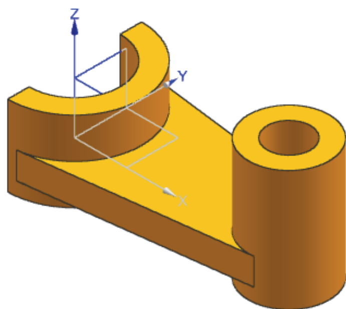


图 4-98　原始机械零件

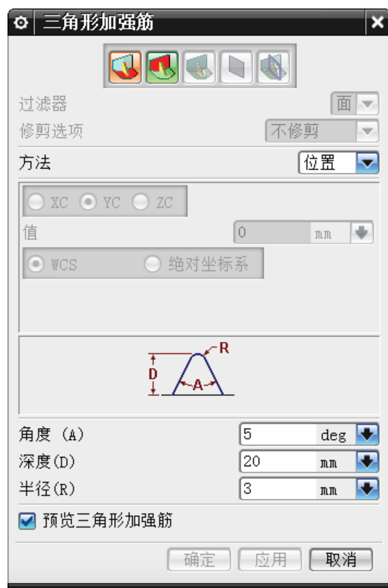


图 4-99　“三角形加强筋”对话框

3 在“三角形加强筋”对话框中单击“第一组”按钮，在上边框条的选择条的“面规则”下拉列表框中选择“单个面”，接着在图形窗口中选择图 4-100 所示的圆柱面作为第一组面。

4 在“三角形加强筋”对话框中单击“第二组”按钮，选择图 4-101 所示的实体面作为第二组面。

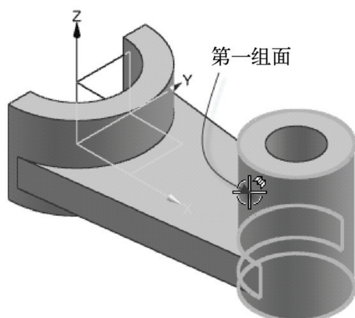


图 4-100　选择第一组面

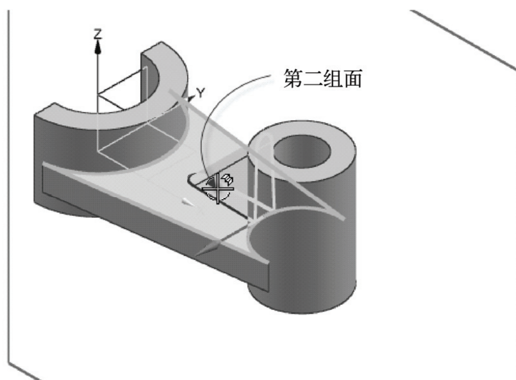
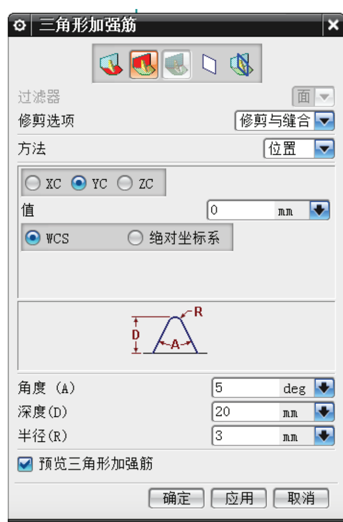


图 4-101　选择第二组面

5 在“三角形加强筋”对话框中设置图 4-102 所示的选项和参数，包括修剪选项、位置方法、三角形加强筋的角度、深度和半径等设置内容。在必要时，可以单击“位置平面”按钮来选择或定义位置平面，单击“方位平面”按钮可以选择或定义方位平面，整个操作过程可以很灵活，读者可以直接参照预览效果来把握。

6 单击“确定”按钮，完成在模型中创建一个三角形加强筋，如图 4-103 所示。



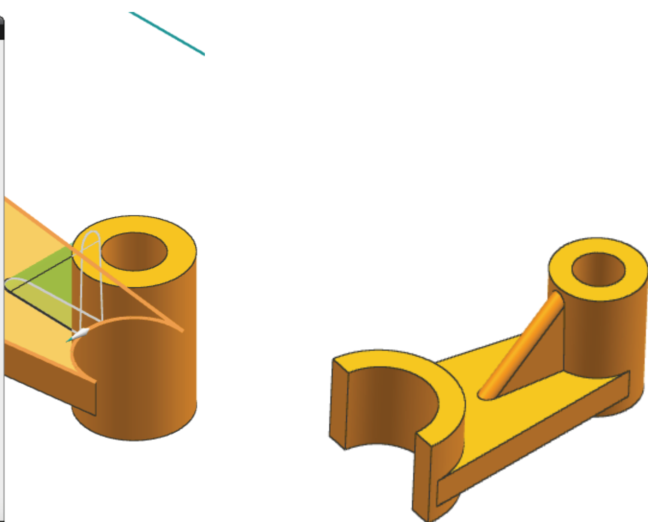


图 4-102 设置三角形加强筋的相关选项及参数　　图 4-103 完成创建一个三角形加强筋

4.12 筋板

在一些塑胶内壳类的零件内腔里面，常见到一些筋板。有些机械零件也须考虑筋板设计。筋板由绘制在某平面内的截面几何图形（截面曲线）定义，筋板截面所在的平面可限定筋板的高度，形成的壁分为垂直于剖切平面和平行于剖切平面两种，可以设置筋板与目标体合并，可以为筋板设置帽形体和拔模参数等。

要创建筋板特征，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“筋板”按钮，弹出图 4-104 所示的“筋板”对话框。在默认目标体的情况下，选择截面曲线或在指定平面绘制所需的截面几何图形，在“壁”选项组中选择“垂直于剖切平面”单选按钮或“平行于剖切平面”单选按钮。当选择“垂直于剖切平面”单选按钮时，将筋板壁方向设为与剖切平面垂直，此时还可以定义帽形体和拔模参数；而当选择“平行于剖切平面”单选按钮时，将筋板壁方向设为与剖切平面平行，仅可用于单曲线链，此时“帽形体”选项组和“拔模”选项组不可用。



图 4-104 “筋板”对话框

下面介绍一个创建筋板特征的操作范例。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，选择“CH4\jb.prt”文件，在“打开”对话框中单击“OK”按钮，文件中已经存在着图 4-105 所示的实体模型和平面截面曲线。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“筋板”按钮，打开“筋板”对话框。

3 NX 系统默认已有实体模型为目标体，此时“截面”选项组中的“曲线”按钮处于被激活选中的状态，在图形窗口中选择已有的截面几何图形。

4 在“筋板”对话框的“壁”选项组、“帽形体”选项组和“拔模”选项组设置图 4-106 所示的内容。

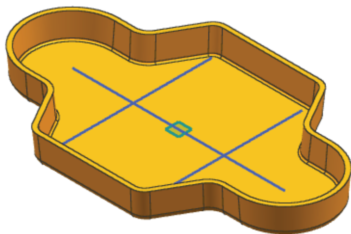


图 4-105　已有模型和平面截面曲线



图 4-106　设置筋板选项及其参数

5 单击“确定”按钮，完成创建图 4-107 所示的筋板特征。

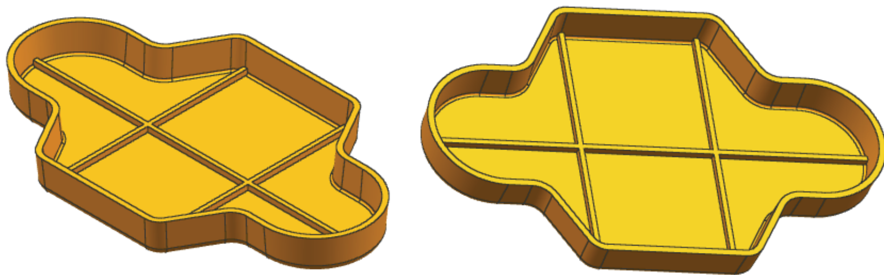


图 4-107　完成创建筋板特征

4.13　思考与上机练习

1）什么是体素特征？如何分别创建它们？

2）可以创建具有拔模角度的拉伸实体特征吗？如何操作？

3）创建简单孔结构，可以有哪些方法？

4）对于凸台、腔体、垫块、键槽和槽这些设计特征，在定位放置位置时有什么异同之处？

5）什么是“符号”螺纹？什么是“详细”螺纹？

6）在什么情况下需要创建筋板？



7）上机练习：请自行设计一个简单的机械零件，要求使用有本章所学的至少 5 个设计特征。

8）上机练习：请参照图 4-108 所示的丝杠零件工程图的相关尺寸，在 NX 9.0 中使用相关设计特征来建立该丝杆零件的三维实体模型。

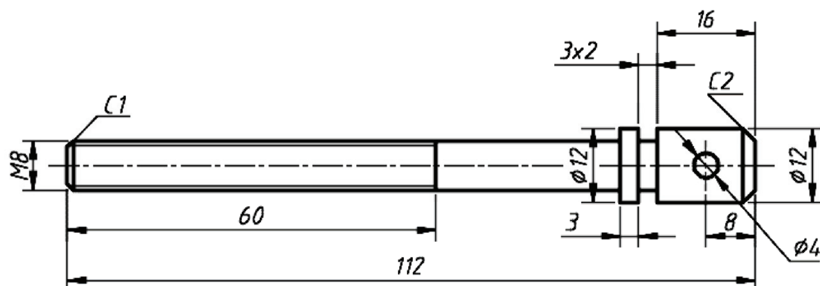


图 4-108　上机练习

第 5 章　扫掠特征与特征操作

本章导读：

本章主要介绍扫掠特征和一些典型的特征操作，这些典型的特征操作包括创建细节特征、关联复制、偏置/缩放、修剪体和特征组合，其中细节特征主要包括边倒圆、倒斜角、拔模、倒圆腔体和面倒圆，关联复制则主要包括阵列特征、阵列几何特征、镜像特征、镜像几何体和抽取几何体等，特征组合则包括求和、求差、求交和缝合等。

熟练掌握特征操作，有利于丰富设计手段和提高设计效率。

5.1　扫掠特征

用于创建扫掠特征的命令主要包括“扫掠”“变化扫掠”“沿引导线扫掠”和“管道”。有些扫掠形体通过不同的扫掠工具命令都可以创建，这就要求读者能够灵活使用，注意积累经验。

5.1.1 扫掠

使用“扫掠”命令，可以通过沿一条或多条引导线扫掠截面来创建体（实体或曲面片体），使用各种方法控制沿着引导线的形状。该“扫掠”命令的功能较为强大。使用“扫掠”命令创建简单扫掠特征的典型示例如图 5-1 所示。



图 5-1　使用“扫掠”命令创建扫掠特征的典型示例

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“扫掠”按钮，弹出图 5-2 所示的“扫掠”对话框。接着指定截面曲线和引导线（最多 3 条）。在选择截面曲线和引导线时，需要注意巧妙地应用选择条上的“曲线规则”下拉列表框来辅助选择所需的曲线。“曲线规则”下拉列表框提供的曲线规则选项主要有“单条曲线”“相连曲线”“相切曲线”



“特征曲线”“面的边”“片体边”“区域边界曲线”“组中的曲线”和“自动判断曲线”。指定截面曲线和引导线后，必要时可指定脊线，接下来的重点便是设置截面选项，截面位置的定义方式可以为“沿引导线任何位置”或“引导线末端”，截面对齐方式有“参数”“弧长”和“根据点”3 种，根据设计要求设定定位方法方向、缩放方法，以及在“设置”选项组中指定体类型等，最后单击“确定”按钮或“应用”按钮，即可完成创建一个扫掠特征。

对于扫掠截面而言，截面位置可以位于沿引导线任何位置，也可以位于引导线末端。通常为了便于控制扫掠形状，可在主引导线末端（如引导线开始位置）处绘制好所需的截面曲线。若在扫掠操作之前要绘制截面曲线，则单击“草图”按钮，弹出“创建草图”对话框，接着从“草图类型”选项组的下拉列表框中选择“基于路径”选项，选择路径曲线，接着设定平面位置、平面方位和草图方向，如图 5-3 所示，单击“确定”按钮，然后使用相关的草图工具绘制所需的截面曲线即可。

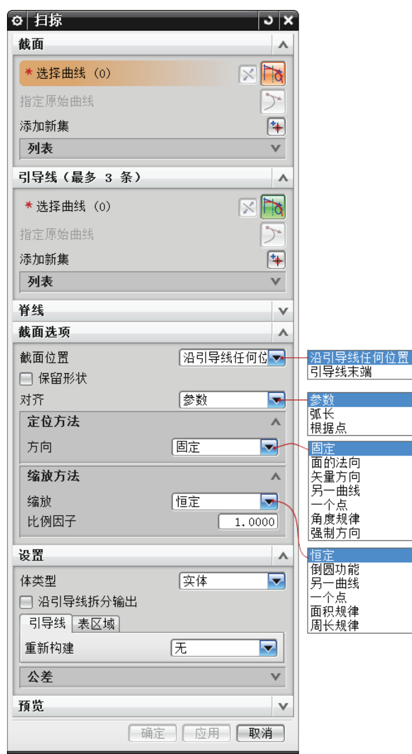


图 5-2 “扫掠”对话框



图 5-3 “创建草图”对话框

下面介绍一个使用“扫掠”命令创建扫掠特征的典型范例。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH5\sltz.prt”文件，单击“OK”按钮，文件中存在着图 5-4 所示的曲线。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“扫掠”按钮，弹出“扫掠”对话框。

3 确保在上边框的选择条的“曲线规则”下拉列表框中选择“相连曲线”，在图形窗口中单击图 5-5 所示的相连曲线作为扫掠截面。

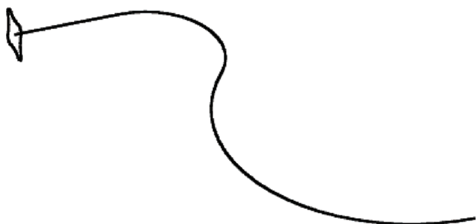


图 5-4　已有曲线

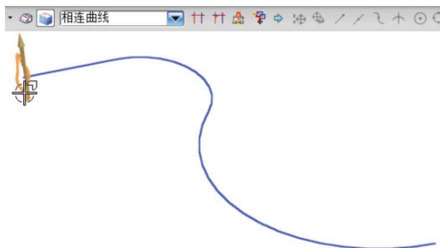


图 5-5　指定扫掠截面

4 在“引导线（最多 3 条）”选项组中单击“引导线”按钮，确保曲线规则为“相连曲线”，在图形窗口中在靠近截面曲线的一端单击另一条相连曲线以选择整条相连曲线作为引导线。

5 在“截面选项”和“设置”选项组中分别设置相应的选项和参数，如图 5-6 所示。其中，在“截面选项”选项组的“定位方法”子选项组中，从“方向”下拉列表框中选择“角度规律”选项，从“规律类型”下拉列表框中选择“线性”选项，设置“起点”角度为“0”，“终点”角度为“360”。

6 单击“确定”按钮，完成创建的扫掠实体特征如图 5-7 所示。



图 5-6　设置截面选项和体类型等



图 5-7　完成创建的扫掠实体特征

5.1.2 沿引导线扫掠

使用“沿引导线扫掠”命令，可以通过沿着引导线扫掠横截面来创建体。引导线可以具有尖角，但具有过小尖角的引导线可能会导致扫掠出现问题。对于开放的引导线，为了放置可能出现预料不到的扫掠结果，建议将截面曲线绘制到引导线的开口端。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“沿引导线扫掠”按钮，弹出图 5-8 所示的“沿引导线扫掠”对话框，接着分别指定截面曲线、引导线、第一偏置值和第二偏置值、布尔选项和体类型等，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮。如果将第一偏置值

和第二偏置值设置为相等值，则创建实心形式的扫掠实体特征；如果将第一偏置值和第二偏置值设置为其他有效的不相等值，则可以形成中空的扫掠实体特征，如图 5-9 所示。



图 5-8 “沿引导线扫掠”对话框

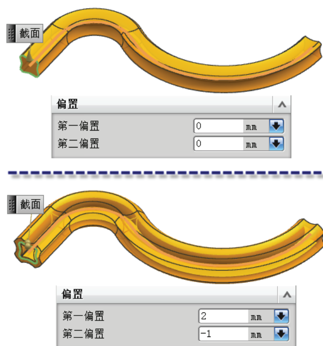


图 5-9 沿引导线扫掠的两种典型示例

与“扫掠”命令相比，“沿引导线扫掠”命令少了截面选项的设置功能，而提供对截面曲线进行简单偏置的功能。

5.1.3 变化扫掠

使用“变化扫掠”命令，可以通过沿路径扫掠横截面来创建体，此时横截面形状沿路径可发生改变，其典型思路是在路径上指定相关关键点处的横截面来扫掠。

下面通过一个典型操作实例介绍如何创建变化扫掠特征。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH5\bhsl.prt”文件，单击“OK”按钮，文件中存在着图 5-10 所示的曲线。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“变化扫掠”按钮，系统弹出图 5-11 所示的“变化扫掠”对话框。

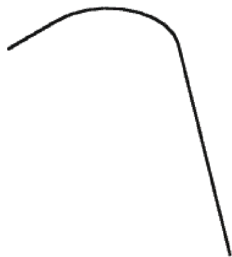


图 5-10 已有曲线



图 5-11 “变化扫掠”对话框

3 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，系统弹出“创建草图”对话框，在靠近已有曲线链左端点的大致位置处选择已有曲线链作为相切连续路径。在“创建草图”对

话框的“平面位置”选项组中，从“位置”下拉列表框中选择“弧长百分比”，将“弧长百分比”值设为“0”，从“平面方位”选项组的“方向”下拉列表框中选择“垂直于路径”，如图 5-12 所示。然后单击“确定”按钮。

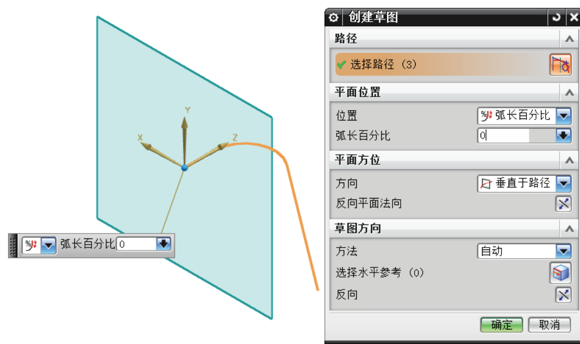


图 5-12　通过“创建草图”对话框设置相关内容



“平面位置”选项组的“位置”下拉列表框提供的选项有“弧长百分比”“弧长”和“通过点”。“弧长百分比”选项用于将位置定位为曲线长度的百分比，“弧长”选项用于按沿曲线的距离定义位置，“通过点”选项用于按沿曲线的指定点定义位置。

4 绘制图 5-13 所示的圆，并确保为圆添加一个直径尺寸约束，然后单击“完成草图”按钮。

5 此时，“变化扫掠”对话框和特征预览如图 5-14 所示。在“设置”选项组中勾选“显示草图尺寸”复选框，需要时还可以勾选“尽可能合并面”复选框。在“辅助截面”选项组中单击“添加新集”按钮，添加一个辅助截面集，从“定位方法”下拉列表框中选择“通过点”选项，在曲线链中选择图 5-15 所示的一个中间点（即相邻直线和圆弧的一个重合点）。

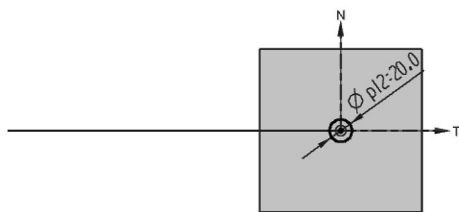


图 5-13　绘制一个圆并标注尺寸

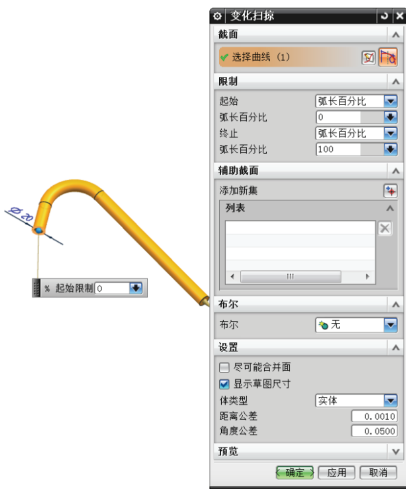


图 5-14　“变化扫掠”对话框和临时的特征预览

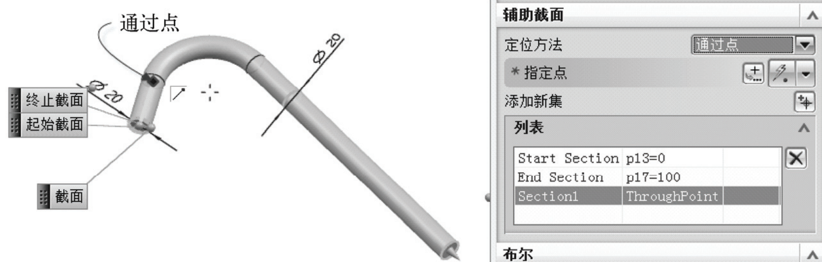


图 5-15 添加一个截面放置点

6 单击“添加新集”按钮来添加一个新的辅助截面集，同样从“定位方法”下拉列表框中选择“通过点”选项，接着在曲线链中选择另一个中间点，如图 5-16 所示。

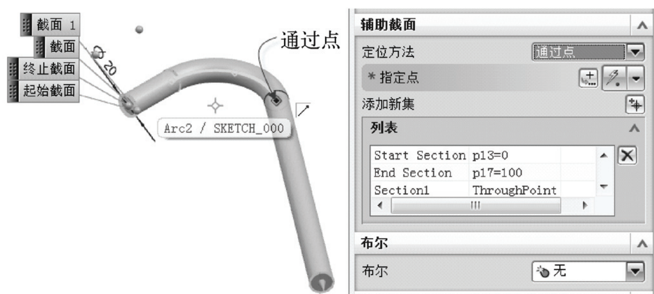
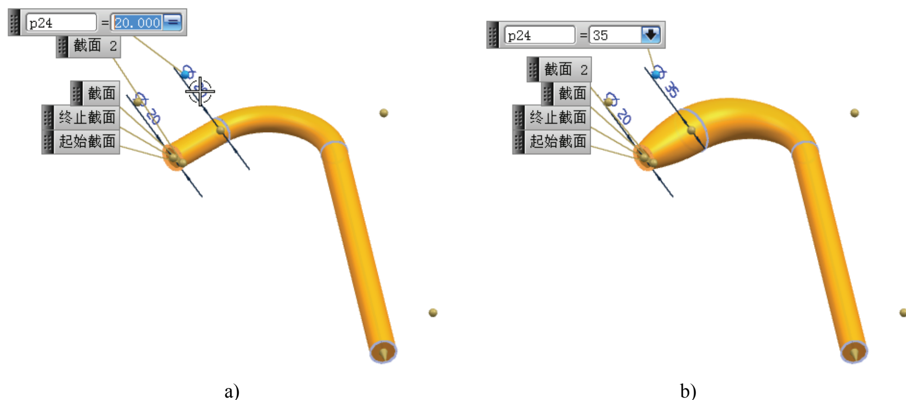


图 5-16 指定另一个截面放置点

7 在“辅助截面”选项组的截面列表中选择“Section1”截面，此时在图形窗口中显示该截面的草图尺寸，单击该截面要修改的尺寸，如图 5-17a 所示，接着单击“启动公式编辑器”按钮，从其打开的下拉菜单中选择“设为常量”命令，然后将该尺寸修改为“35”，如图 5-17b 所示。



a) b)

图 5-17 修改截面 1 的尺寸

a) 选择要修改的截面尺寸 b) 修改该截面尺寸

8 使用同样的方法，修改另一个中间截面（即“Section2”截面）的截面尺寸，将其圆直径尺寸修改为“42”。此时，预览效果如图 5-18 所示。



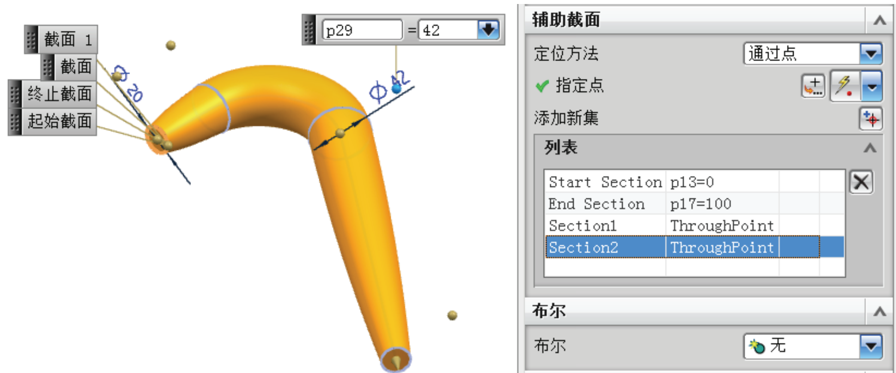


图 5-18　修改另一个截面尺寸后的预览效果

9 在“变化扫掠”对话框中单击“确定”按钮，完成扫掠得到的实体效果如图 5-19 所示。

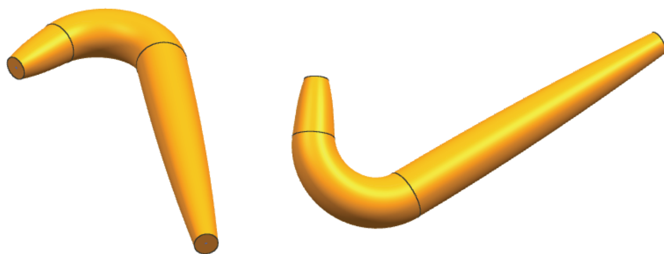


图 5-19　完成的实体效果

5.1.4 管道

使用“管道”命令，可以通过沿着曲线扫掠圆形横截面创建实体，管道的主要参数有外径和内径。创建管道特征的典型示例如图 5-20 所示。

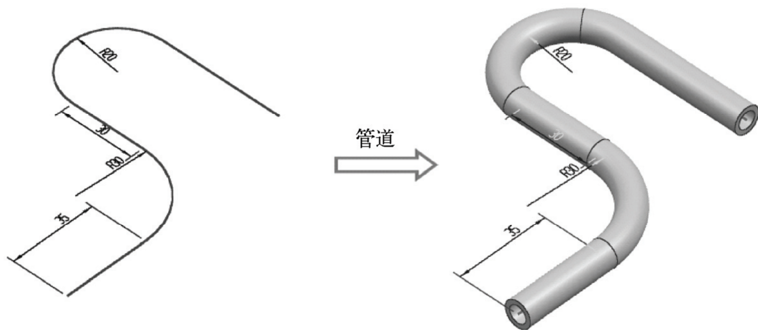


图 5-20　创建管道特征的典型示例

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“管道”按钮，弹出“管道”对话框，如图 5-21 所示。



图 5-21 “管道”对话框

2 选择管道中心线路径的曲线。

3 在“横截面”选项组中分别设置外径和内径尺寸。

4 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择一个布尔选项，例如选择“无”选项。

5 在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“单段”或“多段”选项。

6 单击“确定”按钮。

练习范例文件为“CH5\gd.prt”。

5.2 细节特征

细节特征创建工具是创建复杂精确模型不可缺少的一类工具。细节特征主要包括边倒圆、倒斜角、拔模、倒圆腔体和面倒圆等。

5.2.1 边倒圆

边倒圆是最为常用的倒圆类型，是指将设定的倒圆半径添加到实体的边缘以形成圆柱面或圆锥面。既可以对实体边缘产生恒定半径的倒圆角，也可以对实体边缘产生可变半径的倒圆角，还可以使边倒圆拐角突然停止等。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，系统弹出图 5-22 所示的“边倒圆角”对话框。在“要倒圆的边”选项组的“形状”下拉列表框中选择“圆形”或“二次曲线”，“圆形”形状的圆角只需设定半径值即可，而“二次曲线”形状的圆角需要根据指定的二次曲线法（二次曲线法有“边界和中心”“边界和 Rho”和“中心和 Rho”3 种）设置相应的参数来定义。在大多数情况下，采用“圆形”形状的圆角。指定圆角形状和尺寸参数后，在模型中选择一条或多条要采用当前圆角参数进行倒角的边，如图 5-23 所示，然后单击“确定”按钮，即可创建恒定半径的边倒圆特征。

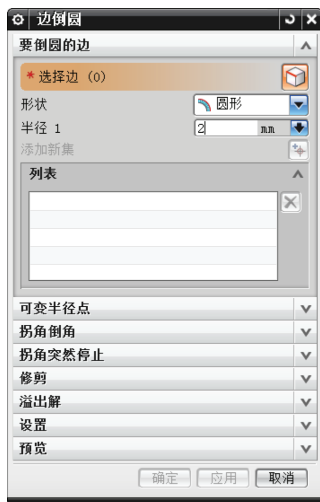


图 5-22 “边倒圆”对话框

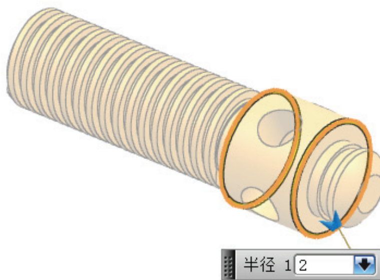


图 5-23 恒定半径边倒圆示例

在“要倒圆的边”选项组中单击“添加新集”按钮，可以创建一个新边倒圆集，同一个边倒圆集的边对象具有相同的倒圆形状和尺寸。

如果要创建可变半径的边倒圆特征，那么便要使用“可变半径点”选项组中的工具了，如图 5-24 所示。可变半径边倒圆是通过在选定边上指定多个控制点，并为这些控制点指定不同的圆角参数来实现倒圆半径呈可变态势的，如图 5-25 所示。要在边对象上指定新的位置控制点，那么先在“可变半径点”选项组的“位置”下拉列表框中选择一个图标选项，接着选择相应的参照对象，以及进行位置选项和参数设置，指定的控制位置点在“列表”中列出，在“列表”中选择要编辑的控制位置点，可以单独修改它的位置参数和圆角半径参数。

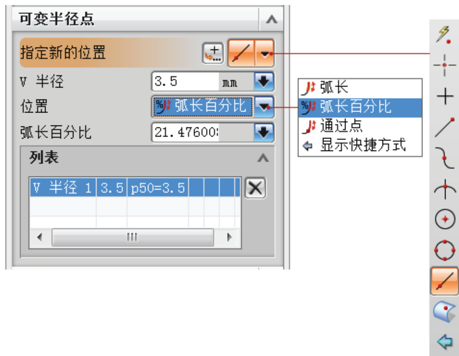


图 5-24 “可变半径点”选项组

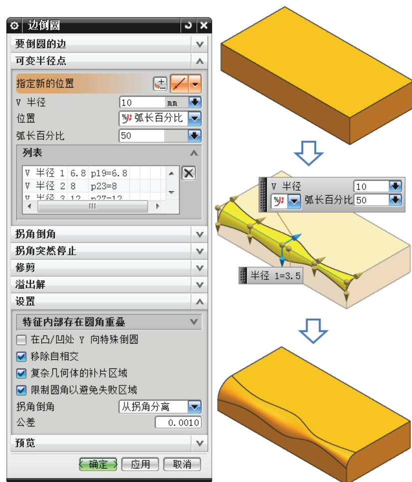


图 5-25 可变半径边倒圆示例

在某些边倒圆场合中，可以对指定的 3 边邻接的拐角进行设置以获得满足设计要求的模型效果，如图 5-26 所示。在该示例中，设置倒圆半径并选择要倒圆的 3 条边后，展开“拐

角倒角”选项组，激活其中一个端点工具（从相应下拉列表框中选择），接着在图形窗口中选择所需顶点，并结合列表分别设置该顶点沿各边的倒角距离。用户可以使用配套练习文件“CH5\bdy.prt”进行上机操练和体会。

边倒圆会延续至相切边的末端，另外可设置边倒圆的拐角突然停止与某一位置，这需要用到“拐角突然停止”选项组，典型示例如图 5-27 所示。

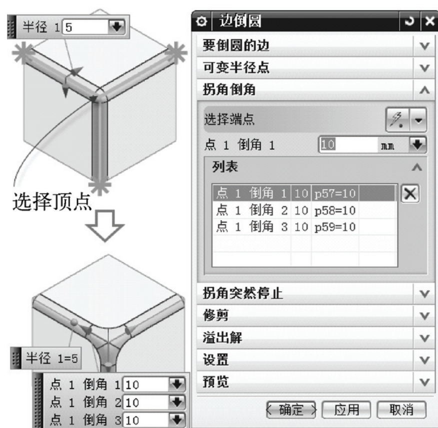


图 5-26 拐角倒角示例

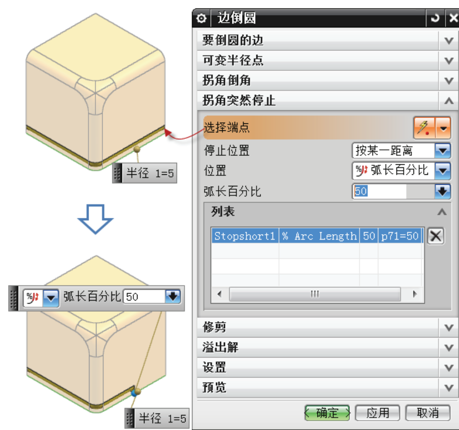


图 5-27 拐角突然停止示例

5.2.2 倒斜角

倒斜角就是俗称的“倒角”，它是指对相邻面之间陡峭的边进行“去角”操作。倒斜角在机械设计中主要有两个考量，一是为了避免尖锐的产品边缘对其他物体擦伤，二是设计倒斜角有利于零件装配。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出图 5-28 所示的“倒斜角”对话框。在“边”选项组中单击“选择边”按钮，在模型中选择要倒斜角的边。在“设置”选项组中指定横截面偏置类型，并根据横截面偏置类型设置相应的倒斜角参数。在“设置”选项组中指定偏置方法和公差，偏置方法有“偏置面并修剪”和“沿面偏置边”两种。



图 5-28 “倒斜角”对话框

横截面偏置类型一共有 3 种，即“对称”“非对称”和“偏置和角度”。下面分别介绍。

1．对称

“对称”类型用于与倒角边邻接的两个面均采用相同偏置值方式的倒斜角情况，它只需设置一个“距离”值，实际上约定了倒斜角的角度值为“45”，在机械设计中大多数的倒斜角可采用这种类型。“对称”类型的倒斜角图例如图 5-29a 所示。

2．非对称

“非对称”类型可以使倒角边两侧的倒角距离值不相同。选择此类型时，需要分别指定“距离 1”和“距离 2”的值，单击在“偏置”选项组出现的“反向”按钮可以使“距离 1”和“距离 2”的测量侧相互切换，即相当于互换距离值。“非对称”类型的倒斜角图例如图 5-29b 所示。

3．偏置和角度

“偏置和角度”类型是通过使用一个“距离”值和“角度”值来对选定边进行倒斜角。当将“角度”值设置为“45”（单位为 deg，即“°”）时，倒斜角效果和“对称”倒斜角效果相同。“偏置和角度”类型的倒斜角图例如图 5-29c 所示。

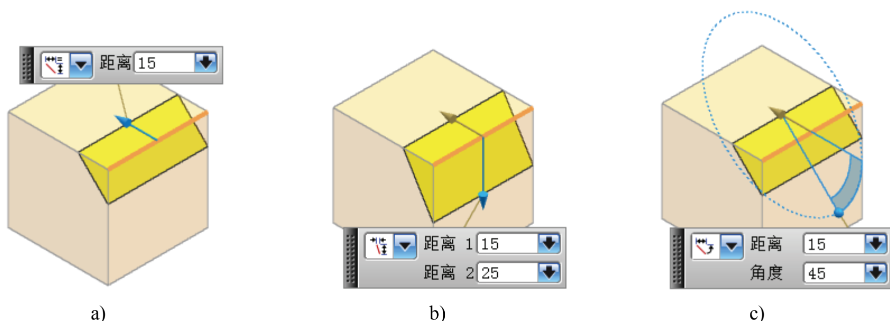


图 5-29　倒斜角的 3 种横截面偏置类型

a)“对称”　b)“非对称”　c)“偏置和角度”

5.2.3 拔模

在一些注射件和铸件中，往往要考虑脱模的问题，在脱模方向的各个面中设计相应的脱模斜度。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拔模”按钮，弹出“拔模”对话框，如图 5-30 所示。从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中可以看出，NX 拔模共有 4 种类型，即“从平面或曲面”类型、“从边”类型、“与多个面相切”类型和“至分型边”类型。不同类型的拔模，所要设置的内容也将有所不同，但不管哪种类型的拔模都需要指定脱模方向和一些公差值等。下面结合图例介绍各类型的拔模特征。

1．从平面或曲面

“从平面或曲面”类型是较常见的拔模类型，需要指定脱模方向、拔模参考、要拔模的面等，其中，在“拔模参考”选项组的“拔模方法”下拉列表框可以选择“固定面”“分型面”和“固定面和分型面”3 种拔模方法之一，并根据指定拔模方法选择相应的拔模参考。“固定面”拔模方法用于从固定面拔模，包含拔模面的固定面的相交曲线将用作计算该拔

模的参考。“分型面”拔模方法用于从固定分型面拔模，包含拔模面的固定面的相交曲线将用作计算该拔模的参考，要拔模的面将在与固定面的相交处进行细分，可根据需要将拔模添加到两侧。“固定面和分型面”拔模方法用于从固定面向分型面拔模，包含拔模面的固定面的相交曲线将用作计算该拔模的参考，要拔模的面将在与分型面的相交处进行细分。



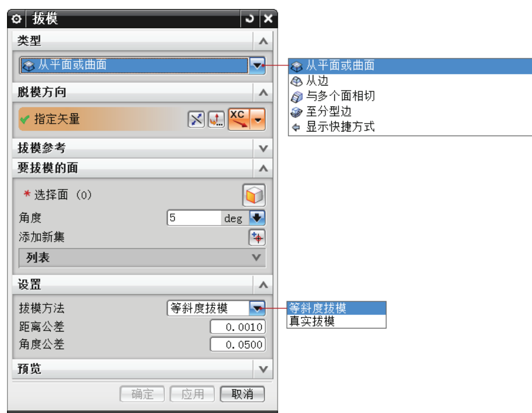


图 5-30 “拔模”对话框

“从平面或曲面”拔模的典型图例如图 5-31 所示。在该图例中，选择“ZC 轴”定义脱模方向，在“拔模参考”选项组的“拔模方法”下拉列表框中选择“固定面”，单击“选择固定面”按钮，在模型中单击底面的一条边以选择单个底面（配合“面规则”来选择）作为固定面，接着在“要拔模的面”选项组中单击“面”按钮，分别选择 4 个侧面作为要拔模的面，并在“角度 1”文本框中输入“5”。

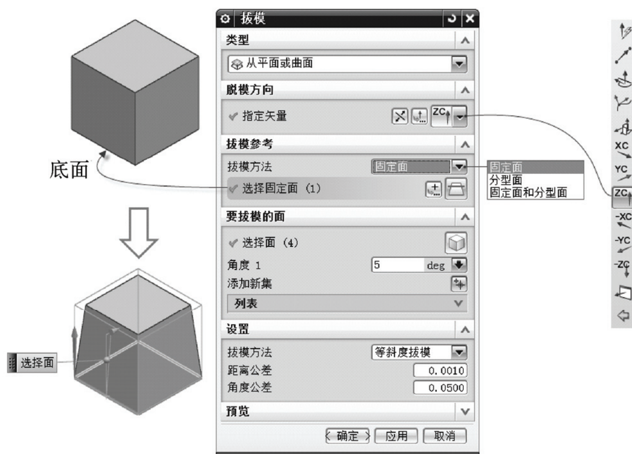


图 5-31 “从平面或曲面”拔模

2．从边

“从边”拔模常用于从一系列实体边开始，与脱模方向成设定的拔模角度，对指定实体面进行拔模操作，可实现变角度的拔模效果。该类型拔模操作与“从平面或曲面”拔模操作较为相似。



选择“从边”拔模类型时，指定正确的脱模方向，在“固定边”选项组中单击“边”按钮，接着为拔模新集选择所需的固定边，设置拔模角度，如图 5-32 所示，最后单击“确定”按钮即可完成拔模特征创建。如果要创建“从边”类型的可变拔模特征，那么需要利用“可变拔模点”选项组中的点构造工具（包括“指定点”下拉列表框和“点构造器”按钮）在模型边上指定多个可变控制点，编辑它们的位置，并分别为它们设置不同的拔模角度，从而获得可变角度的“从边”拔模特征。

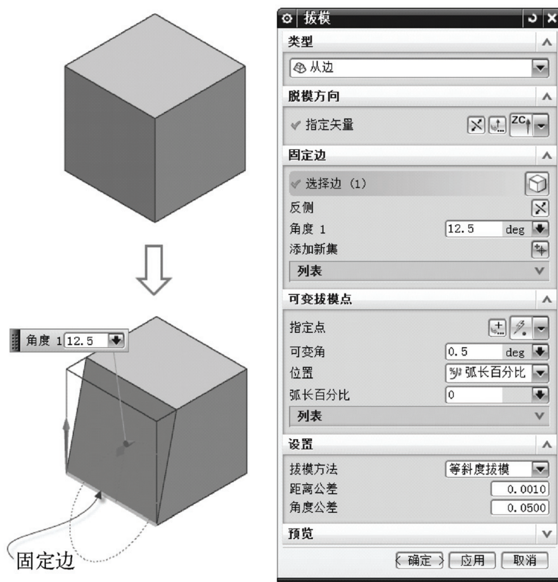


图 5-32 “从边”拔模

3．与多个面相切

“与多个面相切”拔模适用于对相切表面拔模后要求仍然保持相切的情况。选择“与多个面相切”类型时，指定脱模方向，在“相切面”选项组中单击“面”按钮，为新集选择相切面，设置拔模角度，以及在“设置”选项组中指定距离公差和角度公差，如图 5-33 所示，然后单击“确定”按钮，便可完成此类型的拔模特征。

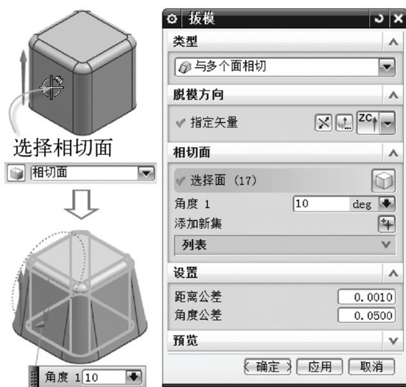


图 5-33 “与多个面相切”拔模

4．至分型边

“至分型边”类型的拔模是沿着指定的分型边使要拔模的实体表面与指定脱模方向成一定角度来创建的拔模特征。该类型拔模需要分别指定脱模方向、固定面、分型边、距离公差和角度公差，如图 5-34 所示。

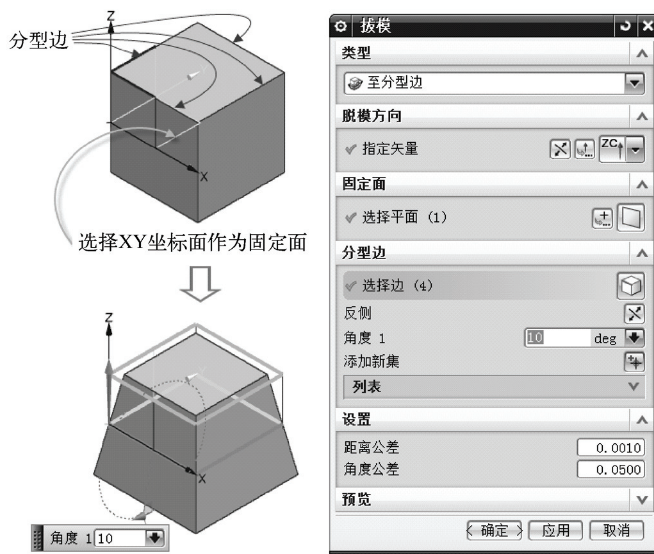


图 5-34 “至分型边”拔模

5.2.4 倒圆腔体

在 NX 9.0 中，可以在机械零件内部腔体边上创建圆角以生成实际加工般的几何体，其方法是在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“倒圆腔体”按钮，弹出图 5-35 所示的“倒圆腔体”对话框。接着指定腔体底面和腔体壁面，并在“工具”选项组的“工具类型”下拉列表框中选择“端铣刀”“T 形刀”或“球形铣”，然后根据所选工具类型设置相应的加工参数和选项。下面对 3 种工具类型进行介绍。



图 5-35 “倒圆腔体”对话框

1. 端铣刀

当从“工具类型”下拉列表框中选择“端铣刀”时，需要指定“直径”“下半径”“拐角间隙”3 个参数值，其中“下半径”值必须不能大于“直径”值的 1/2。在“成角度的壁”下拉列表框中设置加工方式，如表 5-1 所示。

表 5-1　针对成角度的壁的加工方式

序号	加 工 方 式	说　　明	图　　例
1	侧刃切削壁	仅当与底面附近的壁相切时切削底面，无锐边	
2	切削底面和侧刃切削壁	切削底面直到刀具触及壁顶部，留锐边	
3	切削底面	切削底面，使壁垂直于底面	
4	侧刃切削壁和底面	使用成角度的刀具侧刃切削壁和底面，留锐边	

2. T 形刀

当从“工具类型”下拉列表框中选择“T 形刀”时，需要分别指定“直径”“下半径”“上半径”“颈部直径”“刀刃长度”和“拐角间隙”这些参数值，如图 5-36 所示。其中“上半径”值必须不能大于“直径”值的 1/2，“刀刃长度”值必须大于或等于“下半径”值与“上半径”值之和。

3. 球形铣

当从“工具类型”下拉列表框中选择“球形铣”时，需要分别指定“直径”“颈部直径”和“拐角间隙”值，如图 5-37 所示。



图 5-36　选择“T 形刀”工具类型时



图 5-37　选择“球形铣”工具类型时

读者可以打开配套练习文件“CH5\dyqt.prt”进行倒圆腔体的上机练习，图 5-38 给出了该倒圆腔体的操作示意。当用户执行“腔体倒圆”命令后，选择腔体底面时，软件系统通常会自动选定腔体壁面。本例选用的工具类型为“端铣刀”，用户也可以尝试采用“球形铣”工具类型来在腔体内创建加工圆角。



图 5-38 倒圆腔体的操练范例示意

5.2.5 面倒圆

面倒圆是指在选定面组之间添加相切圆角面，圆角截面形状可以是圆形、二次曲线或规律控制。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“面倒圆”按钮，系统弹出图 5-39 所示的“面倒圆”对话框，可以创建两种类型的面倒圆，即“两个定义面链”类型和“三个定义面链”类型。在这里以创建“两个定义面链”类型的面倒圆特征为例进行介绍。从“类型”下拉列表框中选择“两个定义面链”类型，接着通过“面链”选项组的选择工具分别选择面链 1 和面链 2，注意设置两个面链的法向方向指向能产生圆角的一侧，在“横截面”选项组的“截面方向”下拉列表框中选择“滚球”或“扫掠截面”（这里以选择“滚球”为例），接着单击“脊线”按钮，在模型中选择一条边线作为脊线，然后分别设置形状和相关参数，如图 5-40 所示。单击“确定”按钮，从而完成在两组选定面链之间创建面倒圆特征。

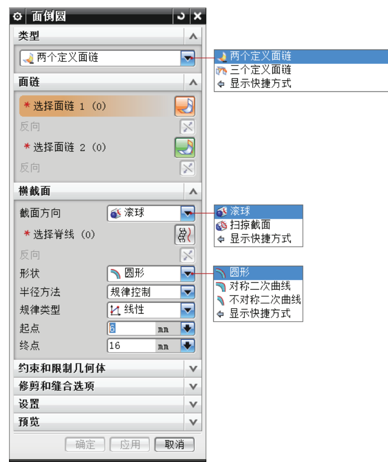


图 5-39 “面倒圆”对话框

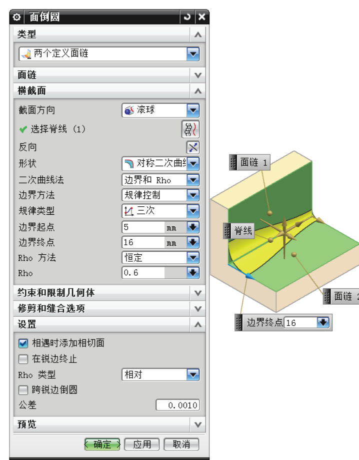


图 5-40 面倒圆示例

练习范例文件为“CH5\mdy.prt”。

5.3 关联复制

关联复制是指对已经创建好的特征或几何体进行编辑或复制，以得到所需的实体或片体。关联复制的知识点包括阵列特征、阵列几何特征、镜像特征、镜像几何体和抽取几何体等。

5.3.1 阵列特征

在 NX 9.0 建模应用模块功能区“主页”选项卡的“特征”组中提供有一个“阵列特征”按钮，该按钮的主要功能是将特征复制到许多阵列或布局（线性、圆形、多边形等）中，并有对应阵列边界、实例方位、旋转和变化的各种选项。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，弹出图 5-41 所示的“阵列特征”对话框。选择要形成阵列的特征，接受默认的参考点或重新指定参考点，从“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择一种阵列布局方式，接着为该阵列布局方式设置相应的阵列参数，在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项或“简单”选项。当选择“变化”选项时，软件支持多个输入及检查每个实例位置等，此时，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“阵列特征”“复制特征”或“特征复制到特征组中”以设置结果输出方式。当选择“简单”选项时，则采用最快的阵列创建方法，但很少检查实例，只允许一个特征作为阵列的输入，此时“设置”选项组不提供“输出”下拉列表框而是提供一个“创建参考图样”复选框（选择多个要形成图样的特征并且方法为“简单”时可用），如图 5-42 所示。该复选框的作用是选定的第一个特征将被创建为主图样，其他特征将作为参考图样。

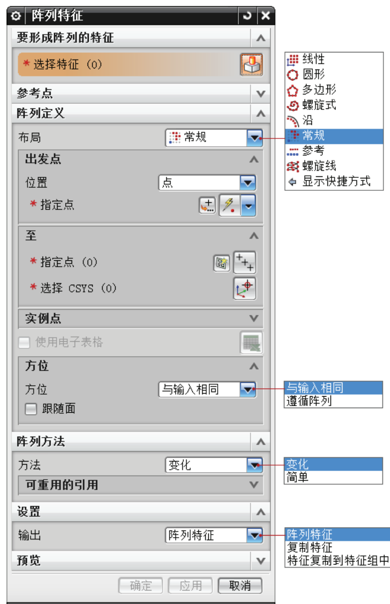


图 5-41 “阵列特征”对话框



图 5-42 方法为“简单”时

“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框提供了多种阵列布局选项，包括“线性”“圆形”“多边形”“螺旋式”“沿”“常规”“参考”和“螺旋线”。下面介绍主要阵列布局选项的功能含义。

1．线性

“线性”布局使用一个或两个线性方向定义布局，以线性阵列的形式复制所选特征。创建线性阵列特征的典型范例如下。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH5\zltz-xx.prt”文件，单击“OK”按钮，该文件中存在着图 5-43 所示的实体模型。

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，系统弹出“阵列特征”对话框。

3 系统提示选择要形成阵列的特征。本例在部件导航器的模型历史记录下选择“沉头孔（2）”特征，也可以在模型窗口中选择“沉头孔（2）”特征。

4 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“线性”选项。在“边界定义”子选项组中将边界选项设置为“无”；在“方向 1”子选项组中选择“XC 轴”图标选项以定义方向 1 矢量，其“间距”选项为“数量和节距”，“数量”为“5”，“节距”值为“18”；在“方向 2”子选项组中勾选“使用方向 2”复选框，选择“YC 轴”图标选项，该方向的“间距”选项也设为“数量和节距”，方向 2 的“数量”为“3”，“节距”值为“22”；在“阵列设置”子选项组的“交错”下拉列表框中选择“无”选项，如图 5-44 所示。

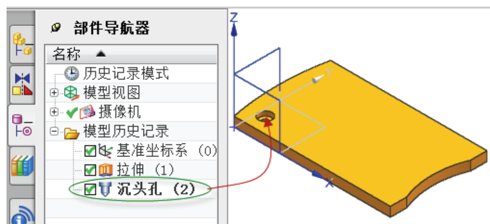


图 5-43　已有的实体模型

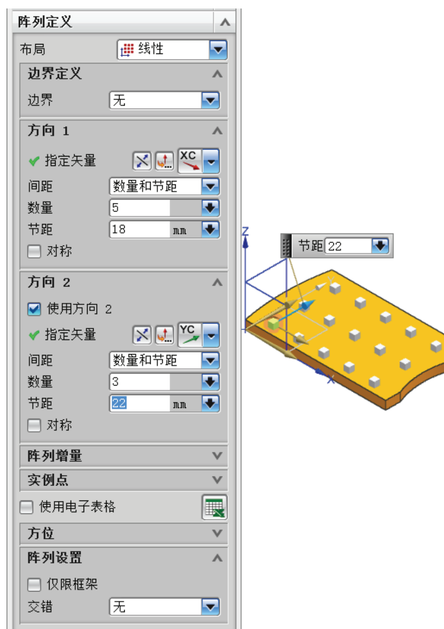


图 5-44　阵列定义

5 在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“阵列特征”选项，如图 5-45 所示。

6 单击“确定”按钮，完成阵列特征的效果如图 5-46 所示。

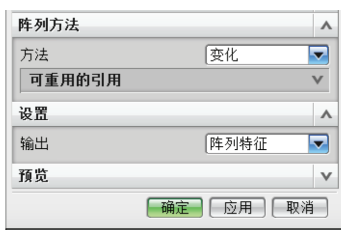


图 5-45　设置阵列方法和输出选项

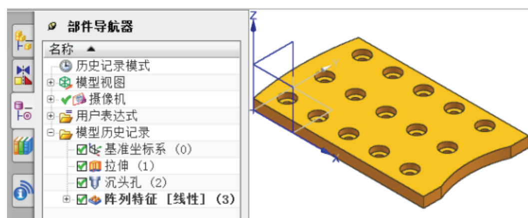


图 5-46　完成阵列特征

2．圆形

“圆形”阵列布局使用旋转轴和可选的径向间距参数定义布局，以圆形阵列的方式来复制所选的特征。盘类零件上的重复性特征多采用“圆形”阵列布局来创建。通过“圆形阵列”操作进行设计的典型示例如图 5-47 所示。



图 5-47　圆形阵列的典型示例

请看以下使用“圆形阵列”功能的一个典型范例。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH5\zltz-yx.prt”文件，单击“OK”按钮，该文件中存在着图 5-48 所示的实体模型，模型中存在着一个拉伸切口 A（“拉伸 3”特征）。

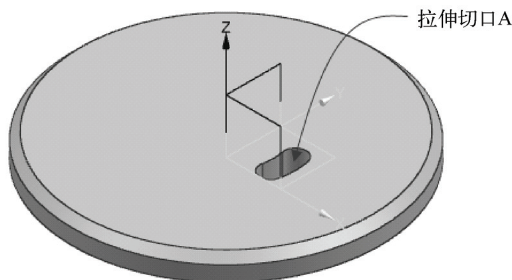


图 5-48　原始实体模型

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，系统弹出“阵列特征”对话框。

3 系统提示选择要形成阵列的特征。本例选择拉伸切口 A（“拉伸 3”特征）。

4 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“圆形”选项，在“边界定义”子选项组的“边界”下拉列表框中选择“无”选项；在“旋转轴”子选项组中选择

“ZC 轴”图标选项ZC↑，在“指定点”下拉列表框中选择“圆弧中心/椭圆中心/球心”图标选项⊙，并在模型中选择底面较大的圆形轮廓线以获取其圆心；在“角度方向”子选项组中，将“间距”选项设置为“数量和跨距”，“数量”为“5”，“跨角”为“360”，在“辐射”子选项组中取消勾选“创建同心成员”复选框，在“方位”子选项组的“方位”下拉列表框中选择“遵循阵列”选项，如图 5-49 所示。



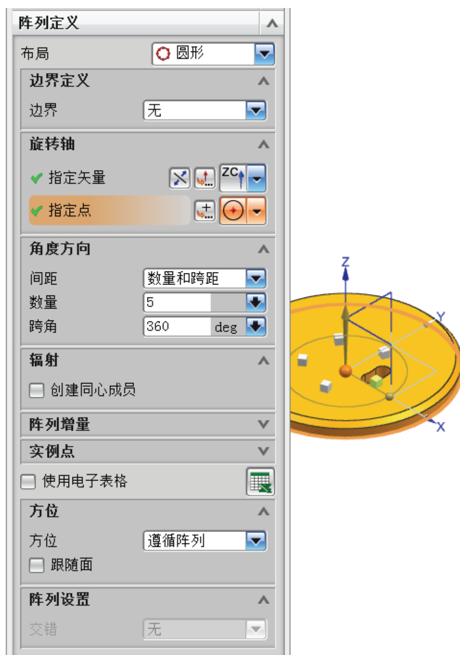


图 5-49 阵列定义

5 在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“复制特征”选项，在“表达式”下拉列表框中选择“新建”选项，如图 5-50 所示。

6 单击“确定”按钮，结果如图 5-51 所示。

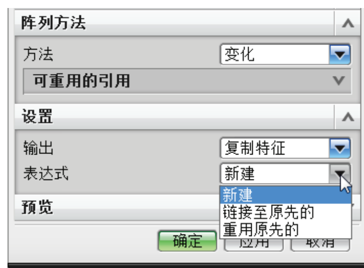


图 5-50 指定阵列方法和输出选项等

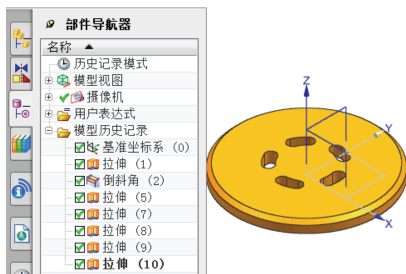


图 5-51 完成创建圆形阵列实例副本


知识点拨：在本例中，如果在“阵列定义”选项组的“方位”子选项组的“方位”下拉列表框中选择“与输入相同”，那么最终创建的圆形阵列副本实例结果如图 5-52 所示。



在构建圆形阵列的过程中，如果在“阵列定义”选项组的“辐射”子选项组中勾选“创建同心成员”复选框，那么可以在另一个方向（径向方向）定义阵列以获得辐射状的阵列图样效果，如图 5-53 所示，此时需要设置辐射的径向间距参数等，并可以设置是否包含第一个圆。

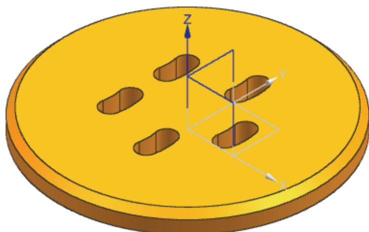


图 5-52　与输入相同

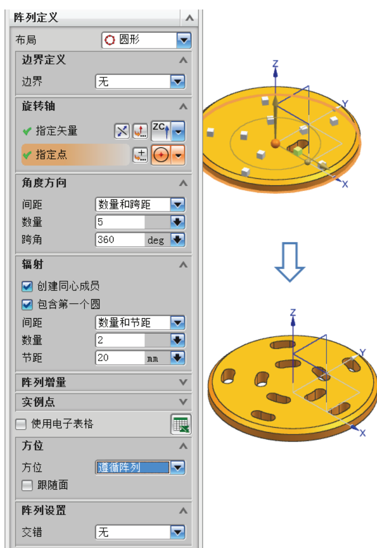


图 5-53　“辐射”形式的圆形阵列

3．多边形

采用“多边形”阵列布局时，使用正多边形和可选的径向间距参数定义布局。典型示例如图 5-54 所示（配套的练习素材为“CH5\zltz-dbx.prt”部件文件）。对于某些要阵列的特征而言，在创建其阵列特征时要考虑在“方位”子选项组的“方位”下拉列表框中选择“遵循阵列”选项还是选择“与输入相同”选项。

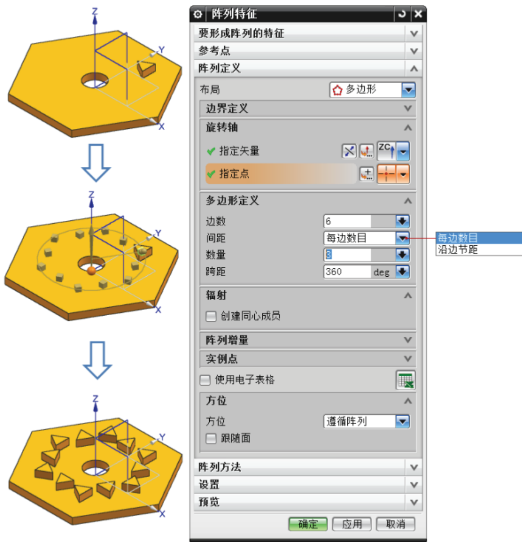


图 5-54　创建多边形布局形式的阵列实例

4. 螺旋式

选择“螺旋式”阵列布局时，使用平面螺旋路径定义布局。其典型示例如图 5-55 所示。

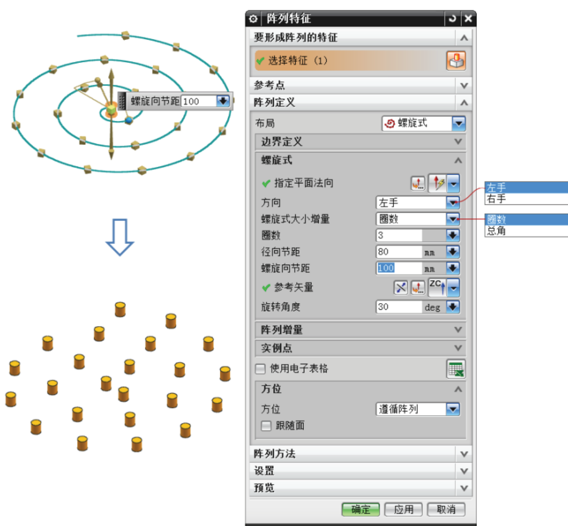


图 5-55 创建螺旋式的阵列特征

5. 螺旋线

采用“螺旋线”阵列布局时，则使用空间螺旋线路径来定义阵列布局。创建“螺旋线”布局类型的阵列特征示例如图 5-56 所示。

6. 沿

采用“沿”阵列布局时，将定义这样一个布局：该布局遵循一个连续的曲线链和可选的第二曲线链或矢量，路径方法可以是“刚性”“偏置”或“平移”，方位可以垂直于路径或与输入相同。其典型示例如图 5-57 所示。

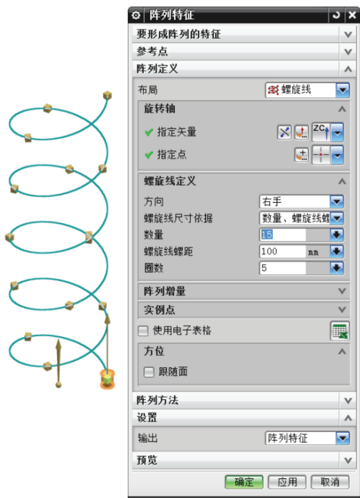


图 5-56 “螺旋线”阵列特征示例

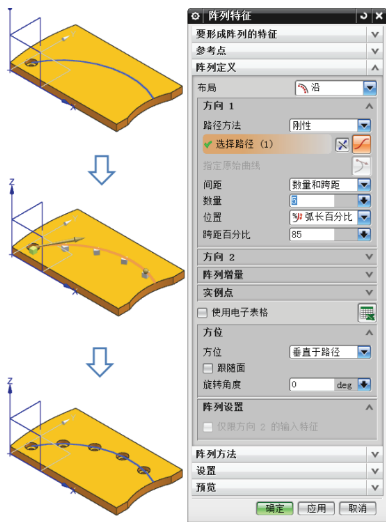


图 5-57 采用“沿”布局的阵列特征

7. 常规

采用“常规”阵列布局时，“阵列定义”选项组提供的设置内容如图 5-58 所示，此时使用按一个或多个目标点或坐标系定义的位置来定义布局。

8. 参考

采用“参考”阵列布局时，使用现有阵列的定义来定义布局，“阵列定义”选项组提供的设置内容如图 5-59 所示。执行“阵列特征”工具命令，接着选择要形成阵列的特征并选择“参考”布局选项后，选择要参考的阵列，并选择参考阵列的基本实例手柄以用作阵列的开始位置。



图 5-58 选择“常规”布局时



图 5-59 选择“参考”布局时

5.3.2 阵列面与阵列几何特征

在 NX 9.0 的“建模”应用模块中，使用功能区“主页”选项卡下“特征”组中的“更多”|“阵列面”按钮，可以使用阵列边界、实例方位、旋转和删除等各种选项将一组面复制到许多阵列或布局（线性、圆形、多边形等），然后将它们添加到体。单击“阵列面”按钮，弹出图 5-60 所示的“阵列面”对话框，该对话框的内容和之前介绍的“阵列特征”对话框的内容相似，也意味着“阵列面”操作的方法步骤和“阵列特征”操作的方法步骤是类似的，在此不再赘述。但需要说明的是，“阵列面”操作主要针对选定的一组面进行阵列操作，而“阵列特征”操作则针对选定的特征进行阵列操作。“阵列面”特别适用于对非参模型（即移除了特征参数的模型）进行修改设计。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“阵列几何特征”按钮，弹出图 5-61 所示的“阵列几何特征”对话框，接着选择要形成阵列的对象（几何特征），进行阵列定义以将几何体复制到许多阵列或布局（线性、圆形、多边形等）中，并可设置对应阵

列边界、实例方位、旋转和删除的各种选项。具体操作过程也和“阵列特征”类似，这里不再详细介绍。

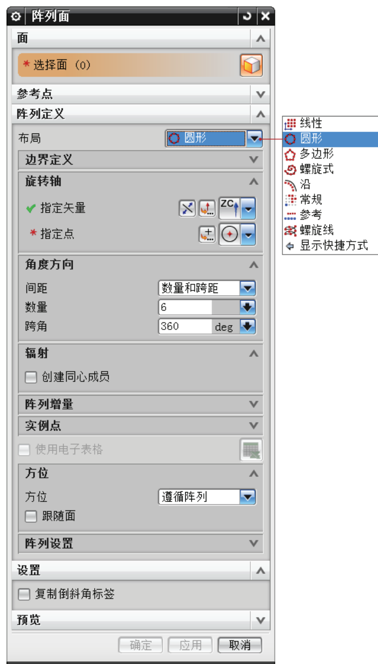


图 5-60　“阵列面”对话框

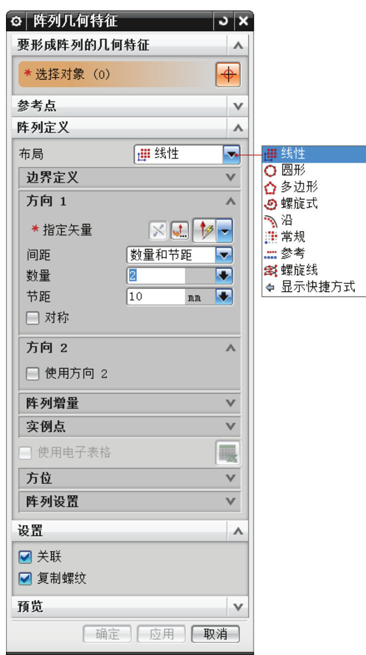


图 5-61　“阵列几何特征”对话框

5.3.3 镜像特征

创建镜像特征是指复制特征并根据指定平面进行镜像。创建镜像特征的典型示例如图 5-62 所示。创建镜像特征的方法及步骤简述如下（配套示例文件为“CH5\jxtz.prt”）。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“镜像特征”按钮，弹出图 5-63 所示的“镜像特征”对话框。

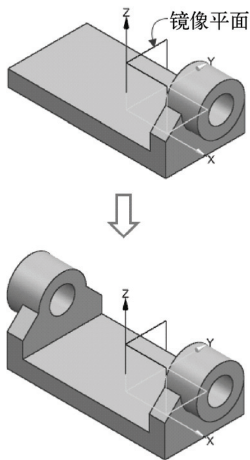


图 5-62　创建镜像特征的典型示例



图 5-63　“镜像特征”对话框

2 选择要镜像的特征。可以结合〈Ctrl〉键在部件导航器中多选几个特征作为要镜像的特征。

3 在“镜像平面”选项组中，若从“平面”下拉列表框中选择“现有平面”选项，单击“平面”按钮并选择所需的平面作为镜像平面，例如在图 5-62 所示的示例中选择基准坐标系的 YZ 坐标面作为镜像平面。如果当前模型中没有所需要的镜像平面，则可以从“平面”下拉列表框中选择“新平面”选项并利用相应的平面创建工具创建新的平面来定义镜像平面。

4 在“镜像特征”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮，从而完成镜像特征操作。

5.3.4 镜像面与镜像几何体

镜像面、镜像几何体的操作与镜像特征的类似。下面分别简单介绍。

镜像面是指复制一组面并跨平面进行镜像。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“镜像面”按钮，弹出图 5-64 所示的“镜像面”对话框，接着选择要镜像的面，可以利用面查找器获得结果面，接着指定镜像平面，然后单击“确定”按钮。

镜像几何体是指复制几何并跨平面进行镜像。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“镜像几何体”按钮，弹出图 5-65 所示的“镜像几何体”对话框，接着选择要生成实例的对象（即选择要镜像的几何体），然后指定镜像平面，并在“设置”选项组中设置是否“关联”和“复制螺纹”等，最后单击“确定”按钮。

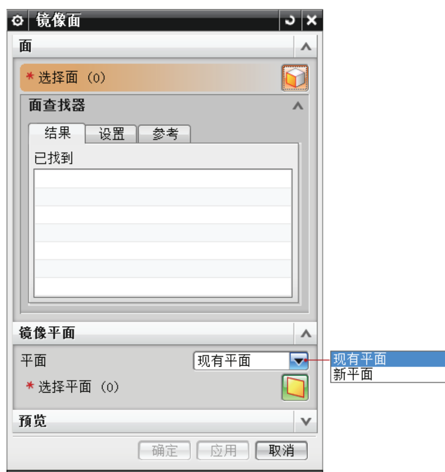


图 5-64 “镜像面”对话框



图 5-65 “镜像几何体”对话框

5.3.5 抽取几何体

“抽取几何体”是指为同一部件中的体、面、曲线、点和基准创建关联副本，并可以为体创建关联镜像副本。

要抽取几何体，则在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“抽取几何体”按钮，弹出图 5-66 所示的“抽取几何体”对话框，在“类型”选项组的“类型”下

拉列表框中指定抽取几何体的类型（可供选择的类型有“复合曲线”“点”“基准”“面”“面区域”“体”和“镜像体”），接着根据所选类型选择所需的对象并进行相应的参数设置等，然后单击“确定”按钮。

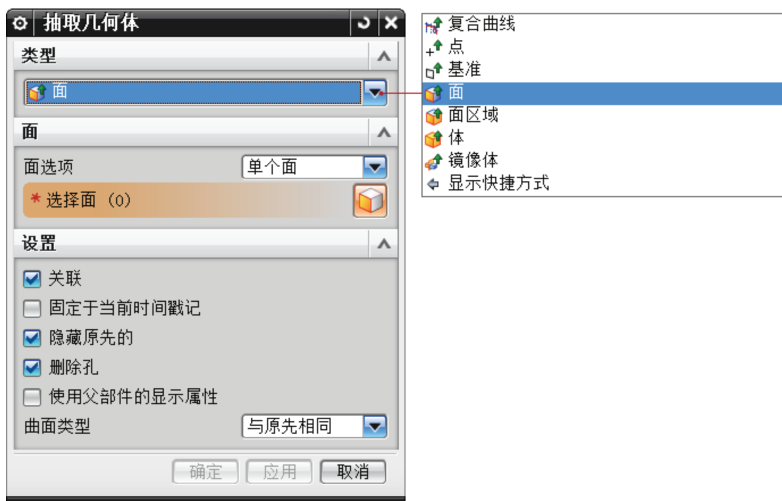


图 5-66 “抽取几何体”对话框

- “复合曲线”：通过复制其他曲线或边来创建曲线，并可以设置复制的曲线与源曲线是否具有关联性、是否隐藏原先的曲线、是否允许自相交等。
- “点”：通过选择要复制的点来创建点，并可以设置复制的点与要复制的点是否具有关联性、是否在点之间绘制直线、是否使用父部件的显示属性。
- “基准”：通过选择要复制的基准来生成新的基准，可以设置新基准与要复制的原先基准是否具有关联性、是否隐藏原先的基准、是否使用父部件的显示属性等。
- “面”：用于抽取实体表面或片体，生成的抽取表面是一个片体。面选项可以为“单个面”“面与相邻面”“体的面”和“面链”。为了选择需要复制的面，设置合适的面选项是很重要的。
- “面区域”：在选择的表面集区域中抽取相对于种子面并由边界面限制的片体。其中种子面定义了区域中的起始面，边界面是用来对选择区域进行界定的一个或多个表面，相当于定义终止面。
- “体”：对实体或片体进行关联复制，可以设置复制体与要复制的体是否具有关联性、是否隐藏原先的体、是否使用父部件的显示属性等。
- “镜像体”：选择要镜像的体和镜像平面来创建镜像体。与“镜像特征”命令不同，镜像体不能以自身的表面作为镜像平面，只能以基准平面作为镜像平面。

例如，在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“面”选项，接着在“面”选项组中指定面选项并定义所需的面，在“设置”选项组中指定“关联”复选框、“隐藏原先的”复选框、“删除孔”复选框和“使用父部件的显示属性”复选框、“固定于当前时间戳记”复选框的状态，并指定曲面类型（“与先前相同”“三次多项式”或“一般 B 曲面”），然后单击“确定”按钮，从而完成抽取面的操作。通过抽取几何体创建曲线的操作也与此类似。

5.4 偏置/缩放特征

偏置/缩放特征的主要操作有“抽壳”和“缩放体”。本节分别介绍它们。

5.4.1 抽壳

可以通过应用壁厚并打开选定的面来修改实体，这就是抽壳操作。抽壳操作参照指定的平面移除一部分材料以形成具有一定厚度的薄壁体，抽壳分两种方式（情况），一种是“移除面，然后抽壳”，另一种则是“抽壳所有面”。

1. 移除面，然后抽壳

“移除面，然后抽壳”方式需要选取实体的一个面作为开口面，其他表面通过设置的厚度参数形成一个非封闭的有固定厚度的壳体薄壁。请看以下的操作范例。

1 打开“CH5\ck.prt”文件，在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“抽壳”按钮，弹出图 5-67 所示的“抽壳”对话框。

2 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“移除面，然后抽壳”选项。

3 “要穿透的面”选项组中的“面”按钮处于被选中激活的状态，在图形窗口中选择图 5-68 所示的实体面作为要移除的面。



图 5-67 “抽壳”对话框

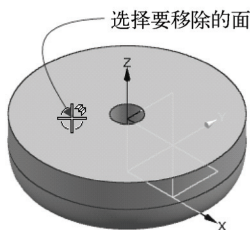


图 5-68 选择要移除的面

4 在“厚度”选项组的“厚度”文本框中输入“3.68”。


知识点拨：在一些设计场合，如果要为不同的表面设置不同的厚度，那么需要展开“备选厚度”选项组，如图 5-69 所示。从该选项组中单击“抽壳设置”按钮，选择要设置不同厚度的实体表面，并设置其厚度值；若要设置其他不同的厚度，则单击“添加新集”按钮，为新集选择面并设置新厚度值。

5 在“设置”选项组的“相切边”下拉列表框中选择“相切延伸面”选项，勾选“使用补片解析自相交”复选框，接受默认的公差值，单击“确定”按钮，抽壳效果如图 5-70 所示。

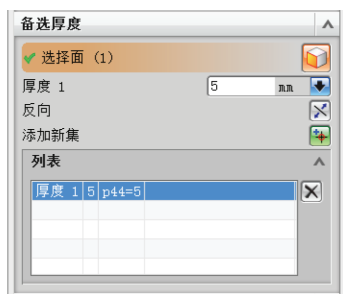


图 5-69 “备选厚度”选项组

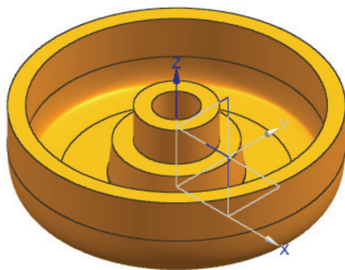


图 5-70 抽壳效果

2．抽壳所有面

“抽壳所有面”方式是指按照设定的厚度抽壳实体，使实体形成一个全封闭的有固定厚度的壳体。该方式与“移除面，然后抽壳”的不同之处在于：“抽壳所有面”方式是选取实体直接进行抽壳，“移除面，然后抽壳”方式是选取要移除的面来进行抽壳操作。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“抽壳”按钮，弹出“抽壳”对话框，从“类型”下拉列表框中选择“对所有面抽壳”选项，如图 5-71 所示，接着选择要抽壳的体，设置厚度值，必要时可定义备选厚度等，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮。抽壳所有面的典型图例如图 5-72 所示。



图 5-71 “对所有面抽壳”

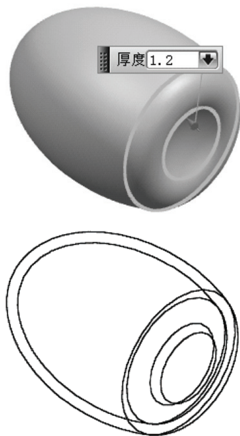


图 5-72 抽壳所有面

5.4.2 缩放体

“缩放体”命令用于缩放实体或片体。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“缩放体”按钮，弹出图 5-73 所示的“缩放体”对话框，在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“轴对齐”“均匀”或“常规”选项，选择要缩放的体或片体，接着根据所选类型设置相应的缩放轴、缩放点或缩放 CSYS，并指定比例因子，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮，即可完成缩放体操作。



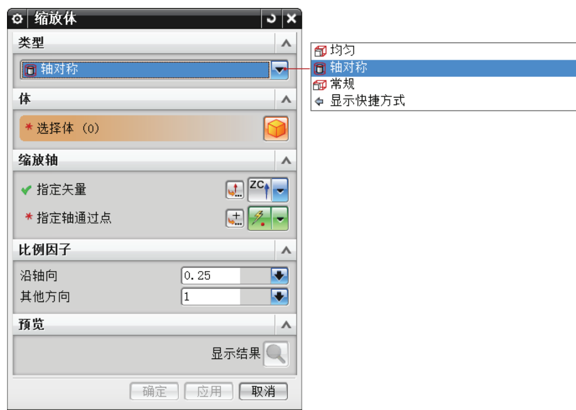


图 5-73 “缩放体”对话框

5.5 修剪体

修剪体是指使用面或基准平面修剪掉一部分体，即可以利用平面、曲面或基准平面将实体一分为二，保留一侧而切除另一侧的材料。修剪实体后，得到的仍然可以是参数化实体（保留实体创建时的所有参数）。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“修剪体”按钮，弹出图 5-74 所示的“修剪体”对话框。接着选择要修剪的目标体，利用“工具”选项组指定曲面或平面作为修剪的刀具（分“面或平面”和“新建平面”两种方式），修剪刀具面上矢量箭头所指的方向是要移除的部分，可以通过单击“反向”按钮来指定要移除的部分。修剪体的典型图例如图 5-75 所示。



图 5-74 “修剪体”对话框

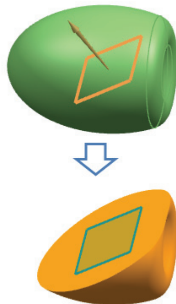


图 5-75 修剪体的典型图例

5.6 组合

本节介绍实体组合的几种方法，包括求和、求差、求交和缝合，其中求和、求差和求交属于布尔运算范畴。

5.6.1 求和

求和是指将两个或多个实体合并为单个实体。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“求和”按钮，弹出图 5-76 所示的“求和”对话框，接着选择目标体，再选择工具体，在“设置”选项组中设置是否保持目标和工具，需要时可使用“区域”选项组定义区域，最后单击“确定”按钮或“应用”按钮，即可将所选工具体与目标体合并成一个实体。需要注意的是求和布尔运算的目标体只能有一个，而工具体则可以有多个。

图 5-77 展示了一个长方体和一个圆柱体经过求和布尔运算组合成一个单独实体的情形，长方体作为目标体，圆柱体作为工具体。



图 5-76 “求和”对话框

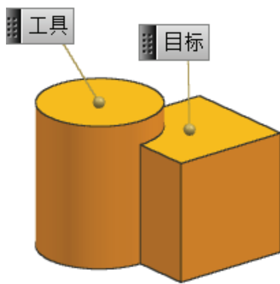


图 5-77 工具体与目标体

5.6.2 求差

求差是指从目标实体中减去工具实体，典型示例如图 5-78 所示。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“求差”按钮，弹出图 5-79 所示的“求差”对话框，接着选择一个实体作为目标体（即目标实体），选择一个或多个实体作为工具体（即工具实体），再在“设置”选项组中设置是否保存目标和工具，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮即可。注意目标实体必须与工具实体相交，否则求差时会出现出错警示信息。

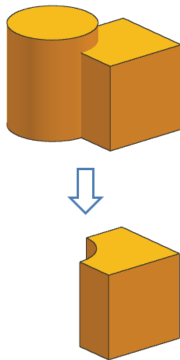


图 5-78 求差示例



图 5-79 “求差”对话框

5.6.3 求交

求交用于创建一个包含两个不同实体的共用体积的实体，如图 5-80 所示。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“求交”按钮，弹出图 5-81 所示的“求交”对话框，接着选择一个实体作为目标体，再选择其他实体作为工具体，在“设置”选项组中设置是否保存目标和工具，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮。

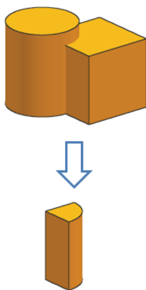

图 5-80 求交示例



图 5-81 “求交”对话框

5.6.4 缝合

在 NX 9.0 中，使用“缝合”命令可以通过将公共边缝合在一起来组合片体，也可以通过缝合公共面来组合实体。

下面以通过缝合公共面来组合实体为例进行介绍。在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“缝合”按钮，弹出图 5-82 所示的“缝合”对话框，从“类型”选组的“类型”下拉列表框中选择“实体”选项，接着在模型窗口中选择目标实体面，再在“工具面”选项组中单击“面”按钮，选择工具实体面，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮，即可将具有公共面的两个实体缝合成一个实体。

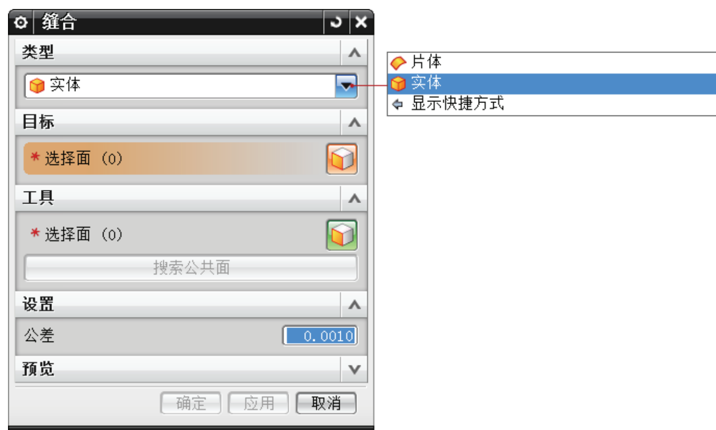


图 5-82 “缝合”对话框

5.7 思考与上机练习

1）请分析“扫掠”“沿引导线扫掠”和“变化扫掠”三者有什么不同？

2）在什么情况下可以使用“倒圆腔体”较为方便？

3）请举例说明阵列特征的几种阵列布局。

4）使用“抽取几何体”命令可以创建哪些几何要素？

5）请举例说明抽壳操作的方法步骤。

6）什么是修剪体操作？

7）使用“缝合”命令可以进行哪些操作？

8）上机练习：请按照图 5-83 所示的泵盖零件图信息在 UG NX 9.0 中建立其三维模型，要求在该建模练习中务必应用到“阵列特征”“镜像特征”“倒斜角”和“边倒圆”等命令。

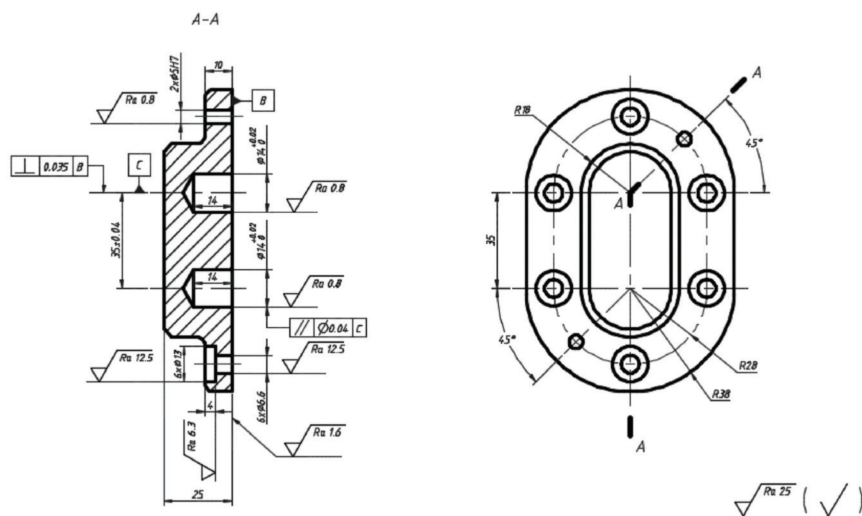


图 5-83 泵盖零件图

第 6 章　特征编辑与同步建模

本章导读：

NX 9.0 还提供了其他实用的特征编辑与同步建模工具，以便于用户对实体模型进行相关的编辑和处理，其中同步建模特别适用于对非参模型进行编辑。

本章重点介绍特征编辑与同步建模的实用知识。

6.1　特征编辑

本节介绍的特征编辑知识主要包括编辑特征参数、编辑位置、特征重排序、移动特征、抑制特征与取消抑制特征、可回滚编辑、特征回放、移除参数和编辑实体密度。

6.1.1 编辑特征参数

编辑特征参数是对特征存在的参数进行重新编辑定义以获得满足设计要求的特征效果。通过编辑处于当前模型状态的特征的参数值来修改模型，而不用将要编辑的特征删除再重新构建，可以大大提高设计效率和建模准确性。

在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并从菜单栏中选择“编辑”|“特征”|“编辑参数”命令，弹出图 6-1 所示的“编辑参数”对话框，接着选择要编辑的特征（既可以在“编辑参数”对话框的特征列表框中选择要编辑参数的特征，也可以在部件导航器中选择要编辑参数的特征），单击“确定”按钮，则系统弹出该特征的创建对话框，在该对话框中对该特征的参数进行编辑。例如，选择“边倒圆（3）”特征，单击“确定”按钮后，弹出“边倒圆”对话框，如图 6-2 所示，从中可对所选边倒圆特征的相关参数进行设置以编辑生成新的边倒圆特征。

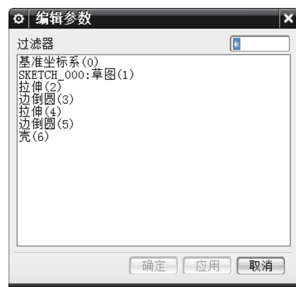


图 6-1 “编辑参数”对话框



图 6-2 “边倒圆”对话框

6.1.2 编辑位置

“编辑位置”是指通过编辑特征的定位尺寸来移动特征，也可以为创建时没有指定定位尺寸或定位尺寸不全的特征添加定位尺寸，还根据设计需要删除指定的定位尺寸。

在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“编辑”|“特征”|“编辑位置”命令，弹出图 6-3 所示的“编辑位置”对话框，该对话框的列表中列出了可重定位编辑的特征，从中选择要重定位的一个特征，单击“确定”按钮，弹出图 6-4 所示的“编辑位置”对话框，利用该对话框可进行“添加尺寸”“编辑尺寸值”和“删除尺寸”操作。



图 6-3 “编辑位置”对话框（1）

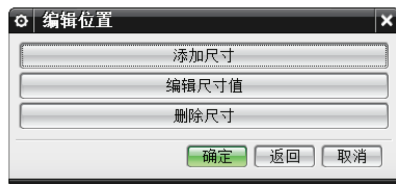


图 6-4 “编辑位置”对话框（2）

1. 添加尺寸

“添加尺寸”按钮用于为所选特征添加定位尺寸。单击此按钮，弹出图 6-5 所示的“定位”对话框，从中选择合适的定位工具为所选特征添加所需的定位尺寸并修改其值。

2. 编辑尺寸值

“编辑尺寸值”按钮用于编辑所选特征的定位尺寸值。单击此按钮，弹出图 6-6 所示的“编辑位置”对话框，在图形窗口中选择要修改的定位尺寸，此时系统弹出“编辑表达式”对话框，如图 6-7 所示，输入所需的新值，单击“确定”按钮，即可完成修改所选的定位尺寸的数值。

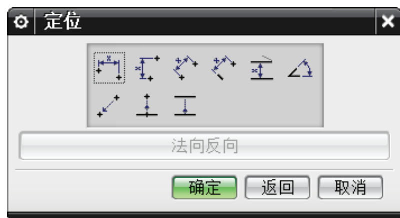


图 6-5 “定位”对话框



图 6-6 “编辑位置”对话框（3）

3. 删除尺寸

“删除尺寸”按钮用于删除所选特征指定的定位尺寸。单击此按钮，弹出图 6-8 所示的“移除定位”对话框，选择要删除的定位尺寸，单击“确定”按钮，即可将所选的定位尺寸删除。



图 6-7 “编辑表达式”对话框



图 6-8 “移除定位”对话框

6.1.3 特征重排序

特征重排序是指更改特征应用到模型时的顺序，这可能会改变模型的形状效果。可以将要编辑的特征重新排序到所选特征之前或之后，特征重排序后，时间戳记会自动更新。当特征之间存在父子关系时，将不能在这些特征间进行重排序操作。

在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“编辑”|“特征”|“重排序”命令，系统弹出图 6-9 所示的“特征重排序”对话框。在“参考特征”列表框中选择要编辑的参考特征。以选择“边倒圆（5）”为例，在“选择方法”选项组中选择“之前”单选按钮或“之后”单选按钮，若选择“之前”单选按钮，则在“重定位特征”列表框中列出在当前设定选择方法情况下的可调整顺序的特征，从中选择一个特征作为重定位特征，例如选择“倒斜角（7）”特征，单击“确定”按钮或“应用”按钮，则将所选特征重新排序到参考特征之前或之后，图例如图 6-10 所示。

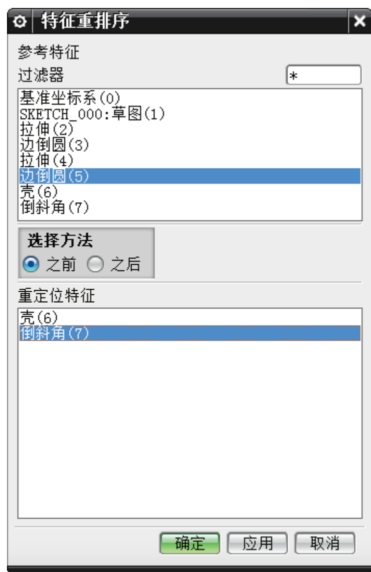


图 6-9 “特征重排序”对话框



图 6-10 特征重排序图例

6.1.4 移动特征

这里的“移动特征”是指将无关联的特征移动到指定位置，该操作不能对已经存在定位尺寸的特征进行编辑。

在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“编辑”|“特征”|“移动”命令，弹

出图 6-11 所示的“移动特征”对话框（1），该对话框的特征列表框列出了当前模型可移动位置的无关联特征，从中选择要移动编辑的一个无关联特征，单击“确定”按钮，弹出图 6-12 所示的“移动特征”对话框（2），执行以下操作来移动选定的无关联特征。



图 6-11 “移动特征”对话框（1）

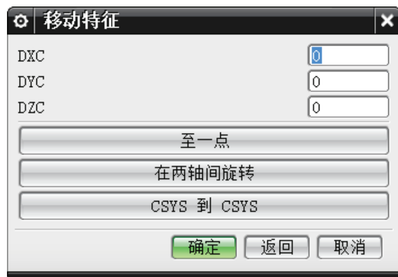


图 6-12 “移动特征”对话框（2）

1．使用 DXC、DYC、DZC 增量值移动特征

“DXC”“DYC”和“DZC”文本框分别用于设置所选特征沿着 *X*、*Y* 和 *Z* 方向移动的增量值。通过这 3 个方向的增量值移动所选特征。

2．至一点

“至一点”按钮用于将所选特征从原位置按照由参考点到目标点所确定的方向与距离移动。单击该按钮，系统弹出“点”对话框，选择参考点，再利用“点”对话框选择目标点即可完成移动。

3．在两轴间旋转

“在两轴间旋转”按钮用于将所选特征以一定角度绕着指定点从参考轴旋转到目标轴。单击此按钮，需要利用弹出的“点”对话框定义枢轴点，分别利用弹出的“矢量”对话框指定参考轴和目标轴来完成操作。

4．CSYS 到 CSYS

“CSYS 到 CSYS”按钮用于将所选特征从参考坐标中的相对位置旋转到目标坐标系中的同一位置。单击此按钮，利用弹出的“CSYS”对话框分别指定参考坐标系和目标坐标系。

6.1.5 抑制特征与取消抑制特征

抑制特征是指从模型上临时移除一个特征，但与删除特征明显不同，抑制特征只是将所选特征暂时隐去不显示，与该特征存在关联性的其他特征也会被一同隐去，但相关特征数据仍然存在，用户可以取消抑制特征以恢复正常状态。抑制特征在复杂造型中比较重要，抑制某些特征可以为局部设计带来便利性。

要抑制特征，则在上边框条中单击“菜单”按钮“菜单(M)”并选择“编辑”|“特征”|“抑制”命令，弹出图 6-13 所示的“抑制特征”对话框。在特征列表框中选择要抑制的特征，则在“选定的特征”列表框中显示要抑制的该选定特征，如果勾选“列出相关对象”复选框，则在“选定的特征”列表框中还将显示出要抑制的选定特征的相关特征，单击“确定”按钮或“应用”按钮，完成特征抑制操作，可将选定特征及其相关特征抑制起来。



要取消抑制特征，则在上边框条中单击“菜单”按钮菜单(M)并选择“编辑”|“特征”|“取消抑制”命令，弹出“取消抑制特征”对话框，对话框的上列表框列出了所有已抑制的特征，从中选择要取消抑制的特征，则所选特征将显示在“选定的特征”列表框中，如图 6-14 所示，单击“确定”按钮或“应用”按钮，从而取消抑制选定的特征。

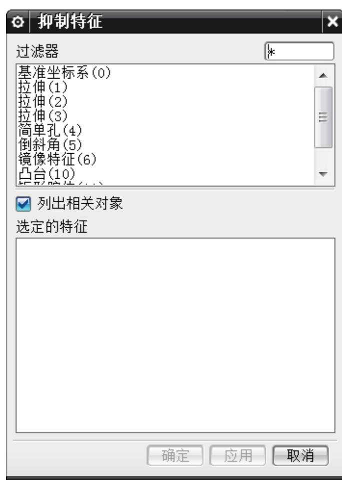


图 6-13 “抑制特征”对话框

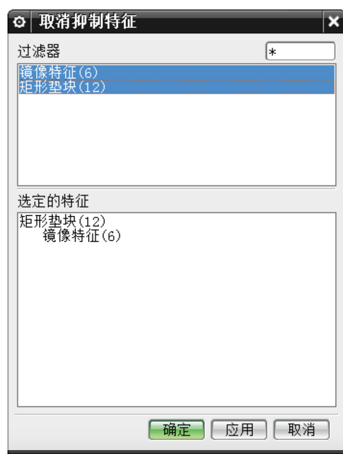


图 6-14 “取消抑制特征”对话框

6.1.6 可回滚编辑

可回滚编辑是指回滚到特征之前的模型状态以编辑该特征，这一种较为常用的特征编辑方式。在上边框条中单击“菜单”按钮菜单(M)并选择“编辑”|“特征”|“可回滚编辑”命令，弹出图 6-15 所示的“可回滚编辑”对话框，从特征列表框中选择要编辑的特征，单击“确定”按钮或“应用”按钮，系统弹出所选特征的创建对话框，从中进行参数设置及相应操作即可。例如，之前在“可回滚编辑”对话框的特征列表框中选择“倒斜角”特征，单击“确定”按钮后弹出图 6-16 所示的“倒斜角”对话框，回滚到该倒斜角特征之前的模型状态，并利用“倒斜角”对话框编辑该特征。

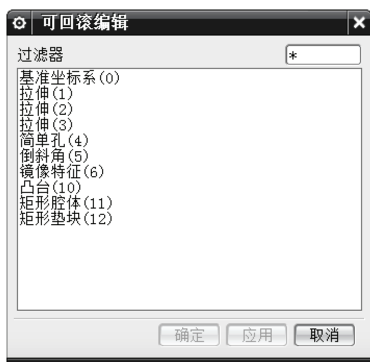


图 6-15 “可回滚编辑”对话框



图 6-16 “倒斜角”对话框

6.1.7 特征回放

特征回放是指按特征逐一审核模型是如何创建的。在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“编辑”|“特征”|“回放”命令，弹出图 6-17 所示的“更新时编辑”对话框。下面对该对话框主要按钮进行功能说明。

- “显示失败的区域”按钮：主要用于显示更新失败的特征。
- “显示当前模型”按钮：用于更新显示当前模型。
- “撤销”按钮：用于撤销回放操作。
- “回到”按钮：用于返回到前面某一个特征位置进行重置。单击此按钮，将弹出图 6-18 所示的“更新选择”对话框，从中选择要返回到的特征处。



图 6-17 “更新时编辑”对话框



图 6-18 “更新选择”对话框

- “单步后退”按钮：回到前一步，即单步返回到前一个特征状态。
- “步进”按钮：进到下一步，即步进到下一个特征状态。
- “向前（跳到）”按钮：用于转跳到当前特征后的某个特征状态。单击此按钮，将弹出“更新选择”对话框，从中选择要跳转到的某个特征。
- “继续”按钮：用于连续更新特征重建，至少模型完全重建为止。
- “接受”按钮：用于在更新特征失败时接受现有状态忽略存在的问题，继续进行更新处理。
- “全部接受”按钮：用于在更新特征失败时接受现有状态忽略所有存在的问题，继续进行更新处理。
- “删除”按钮：用于删除当前特征。
- “抑制”按钮：用于抑制特征。
- “抑制保留的”按钮：用于抑制保留的特征。
- “审核”按钮：用于逐一审核模型特征的创建。
- “编辑”按钮：用于编辑当前模型特征。

6.1.8 移除参数

移除参数是指从实体或片体移除所有参数，形成一个非关联的体。在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“编辑”|“特征”|“移除参数”命令，弹出图 6-19 所示的“移除参数”对话框，接着选择要移除参数的体、曲线或点。单击“确定”按钮或“应用”按钮，系统弹出图 6-20 所示的“移除参数”对话框提示此操作将从选定的所有对象上移除参数，并询问是否要继续，单击“是”按钮，确认从选定的所有对象上移除参数。如果单击“否”按钮，则取消移除参数操作。



图 6-19 “移除参数”对话框（1）

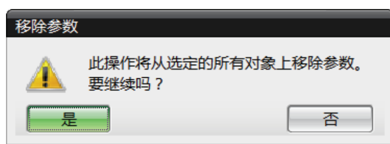


图 6-20 “移除参数”对话框（2）

6.1.9 编辑实体密度

可以为一个或多个现有实体编辑其密度或密度单位。在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“编辑”|“特征”|“实体密度”命令，弹出图 6-21 所示的“指派实体密度”对话框，选择没有材料属性的实体，在“密度”选项组的“单位”下拉列表框中选择一个密度单位，在“实体密度”文本框中输入一个新值，单击“确定”按钮或“应用”按钮。

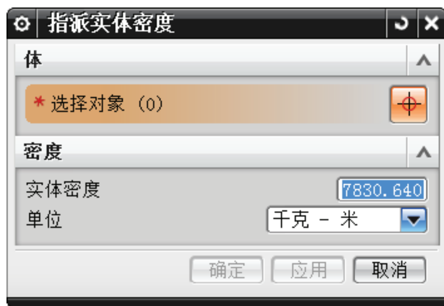


图 6-21 “指派实体密度”对话框

6.2 同步建模

使用同步建模技术修改模型是很实用且颇具效率的，因为同步建模无需考虑模型的原点、关联性或特征历史记录，要修改的模型可以是从其他 CAD 系统导入的模型，也可以是不包含任何特征的非关联模型，还可以是包含特征的原生 NX 模型。

本节介绍一些同步建模功能，包括偏移面、偏置区域、删除面、拉出面、调整圆角大小和替换面等。

6.2.1 移动面

同步建模中的移动面是移动一组面并调整要适应的相邻面。

在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“移动面”按钮，弹出图 6-22 所示的“移动面”对话框。接着选择要移动的面，可使用面查找器来进一步设定要移动的结果面集，在“变换”选项组的“运动”下拉列表框中选择一个变换选项，并根据该变换选项进行相应的参照和选项参数设置，在“设置”选项组中指定移动行为和溢出行为等。移动行为有“移动和改动”“剪切和粘贴”等，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮，即可完成移动面操作。

请看以下一个操作范例。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，打开“CH6\tbjm.prt”文件，文件中存在着图 6-23 所示的实体模型。

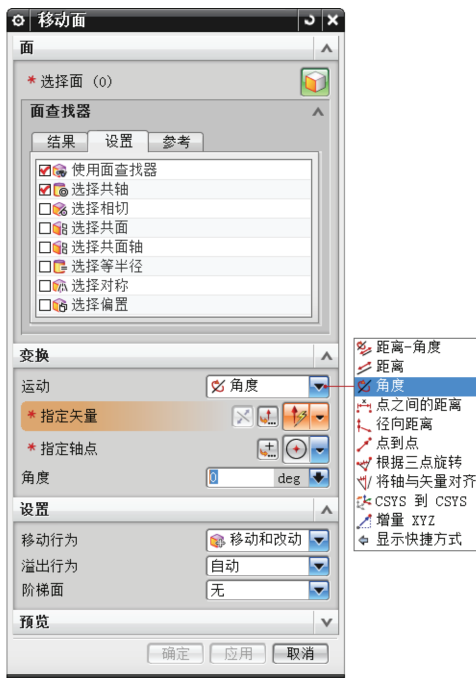


图 6-22 “移动面”对话框

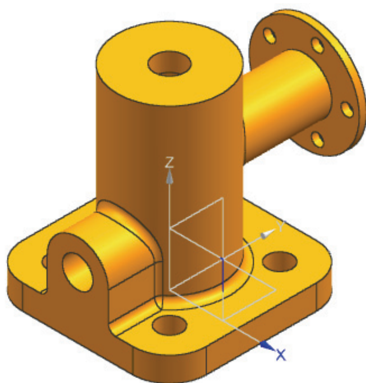


图 6-23 原始实体模型

2 在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“移动面”按钮，弹出“移动面”对话框。

3 在上边框条的“面规则”下拉列表框中选择“凸台面或腔面”，在图形窗口中单击图 6-24 的实体面以选中整个凸台面。

4 在“变换”选项组的“运动”下拉列表框中选择“角度”选项，从“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项，单击“点构造器”按钮，弹出“点”对话框，在“坐标”选项组中设置 X=0、Y=0、Z=80，如图 6-25 所示，单击“确定”按钮，返回到“移动面”对话框。

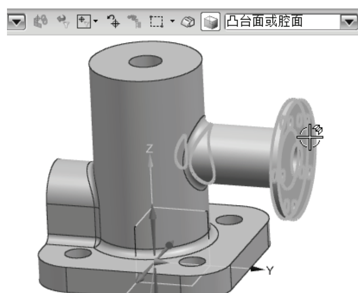


图 6-24　选择凸台面或腔面

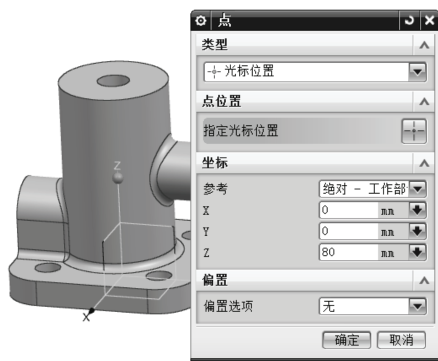


图 6-25　指定轴点位置

5 在“变换”选项组的“角度”文本框中输入“30”，在“设置”选项组的“移动行为”下拉列表框中选择“移动和改动”选项，在“溢出行为”下拉列表框中选择“自动”选项，从“阶梯面”下拉列表框中选择“无”选项，如图 6-26 所示。

6 单击“应用”按钮，移动面 1 的修改结果如图 6-27 所示。

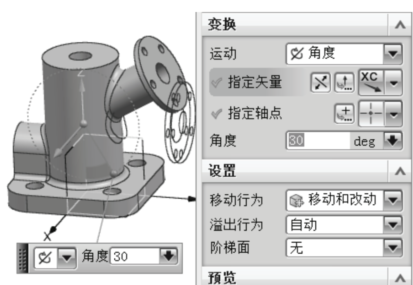


图 6-26　设置变换角度及其他

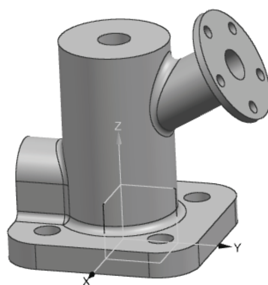


图 6-27　移动面 1 的修改结果

7 确保在“面”选项组中单击选中“面”按钮，在选择条的“面规则”下拉列表框中选择“单个面”选项，接着在图形窗口中选择图 6-28 所示的单个面。

8 在“变换”选项组的“运动”下拉列表框中选择“距离”选项，从“指定矢量”下拉列表框中选择“面/平面法向”图标选项，再在同样的位置单击步骤 7 所选择的单个面，在“距离”文本框中输入移动距离值为“5”，如图 6-29 所示。

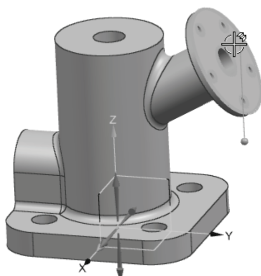


图 6-28　选择单个面

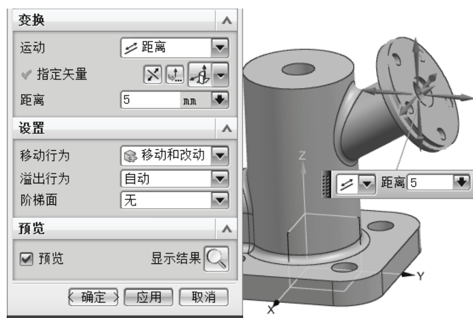


图 6-29　“距离”移动面操作

9 单击“确定”按钮，完成移动面 2 的操作。

6.2.2 偏置区域

使用“偏置区域”命令可以使一组面偏离当前位置，调节相邻圆角面以适应。下面以范例形式介绍如何通过“偏置区域”命令来修改模型。

1 在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“偏置区域”按钮，弹出图 6-30 所示的“偏置区域”对话框。

2 在选择条的“面规则”下拉列表框中选择“单个面”，在模型中单击图 6-31 所示的实体面作为要偏置的面。



图 6-30 “偏置区域”对话框

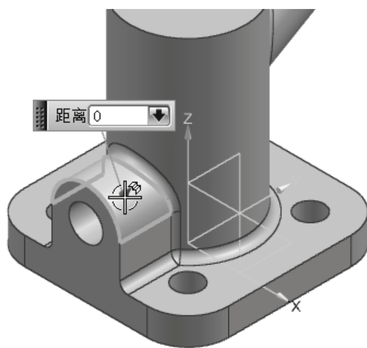


图 6-31 选择要偏置的面

3 在“偏置”选项组的“距离”文本框中输入“2”，在“设置”选项组的“溢出行为”下拉列表框中选择“自动”选项，如图 6-32 所示。

4 此时，预览效果如图 6-33 所示，单击“确定”按钮。



图 6-32 设置偏置距离和溢出行为

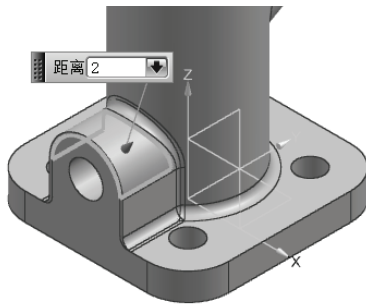


图 6-33 预览效果

6.2.3 删除面

同步建模中的删除面是指从实体中删除一个或一组面，并调整要适应的其他面。要删除面，则在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“删除面”按钮，弹出图 6-34 所示的“删除面”对话框。删除面的类型有 3 种，即“面”“孔”和“圆角大小”。“面”类



型用于删除选定的面，可设置截断面（由截断选项定义）等；“孔”类型用于删除孔面，选择“孔”类型时，选择要删除的孔所在的面，此时可设置按尺寸选择孔；“圆角大小”类型用于删除圆角，选择“圆角大小”类型时，选择要删除的圆角，可设置圆角大小来限定圆角选择范围。下面介绍一个删除面的典型操作范例。



图 6-34 “删除面”对话框

1 在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“删除面”按钮，弹出“删除面”对话框。

2 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“面”选项，在“设置”选项组中勾选“修复”复选框，如图 6-35 所示。

3 在选择条的“面规则”下拉列表框中选择“单个面”选项，选择图 6-36 所示的两个面。



图 6-35 “删除面”对话框

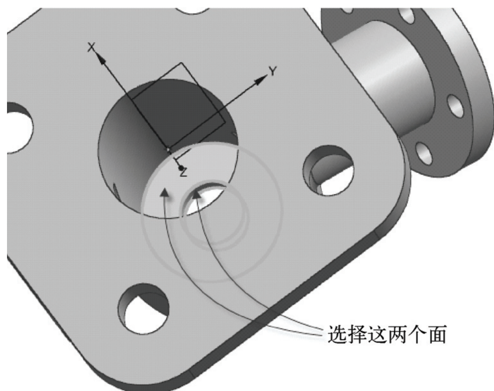


图 6-36 选择两个面

4 单击“确定”按钮，删除选定面的结果如图 6-37 所示。

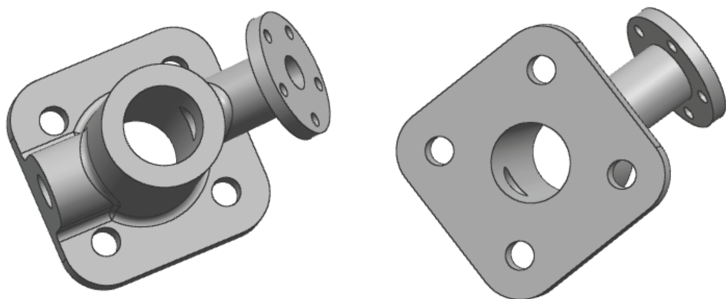


图 6-37　删除选定面的结果

6.2.4 拉出面

同步建模中的“拉出面”是指从模型中抽取面以添加材料，或将面抽取到模型中以减去材料。

在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“更多”|“拉出面”按钮，弹出图 6-38 所示的“拉出面”对话框，接着选择要拉出的面，以及在“变换”选项组的“运动”下拉类表框中指定一种运动方式，并根据所选运动方式设置相应的拉出参数，然后单击“确定”按钮即可完成拉出面操作。拉出面的运动方式有以下 4 种。



图 6-38 “拉出面”对话框

- “距离”：按沿某一矢量的距离来定义运动。需要指定矢量和距离值。
- “点之间的距离”：按原点与沿某一轴的测量点之间的距离来定义运动。需要分别指定原点、测量点和矢量，以及设置距离值。
- “径向距离”：按测量点与某一轴之间的距离来定义运动，该距离是垂直于轴而测量的。需要分别指定矢量、轴点和测量点，并设置距离值。
- “点到点”：按一点到另一点的变换来定义运动。需要分别指定出发点和终止点。

请看以下的操作范例。

1 在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“更多”|“拉出面”按钮，

弹出“拉出面”对话框。

2 “面”选项组中的“面”按钮处于被选中的状态，从选择条的“面规则”下拉列表框中确保选择“区域边界面”选项，在模型中单击选择图 6-39 所示的面。

3 在“变换”选项组的“运动”下拉列表框中选择“距离”选项，设置“距离”值为“5”。

4 此时拉出面预览效果如图 6-40 所示，单击“确定”按钮。

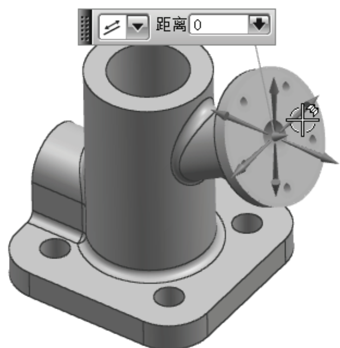


图 6-39　选择要拉出的面

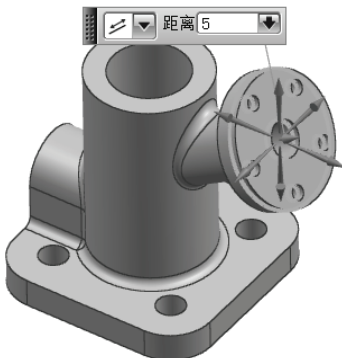


图 6-40　拉出面的预览效果

6.2.5 调整圆角大小

同步建模技术中的“调整圆角大小”命令用于更改圆角面的大小，而不考虑它的特征历史记录。在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“更多”|“调整圆角大小”按钮，弹出图 6-41 所示的“调整圆角大小”对话框，接着选择要调整大小的圆角（配合“面规则”选项来选择圆角面），设置新的半径值，单击“确定”按钮或“应用”按钮即可。请看以下的操作范例。



图 6-41　“调整圆角大小”对话框

1 在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“更多”|“调整圆角大小”按钮，弹出“调整圆角大小”对话框。

2 面规则为“已连接的圆角面”，选择图 6-42 所示的圆角面，此时系统会显示所选圆角面的当前半径值。

3 在“半径”选项组的“半径”文本框中设置新的圆角半径，例如将圆角半径更改为“3”。

4 单击“应用”按钮。

5 选择另外一处圆角面，将该圆角面的半径也更改为“3”，如图 6-43 所示，然后单击“确定”按钮。



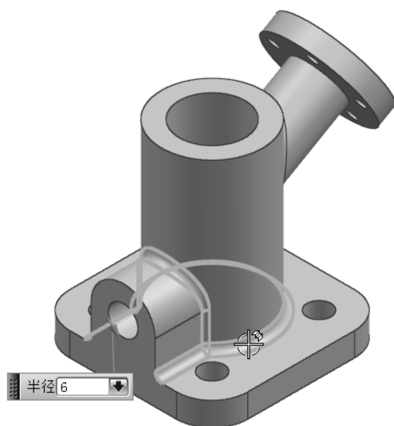


图 6-42 选择要编辑的圆角面

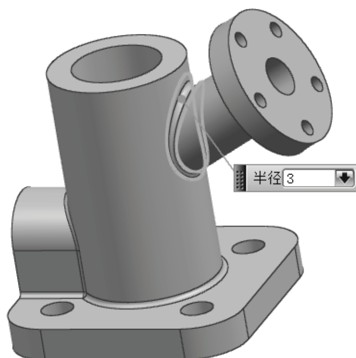


图 6-43 修改另一处的圆角半径

6.2.6 替换面

替换面是指将一组面替换为另一组面。其操作方法较为简单，即在功能区“主页”选项卡的“同步建模”组中单击“替换面”按钮，接着分别选择替换的面和替换面，对于替换面，可以根据设计要求设置其偏置距离和法向方向，并在“设置”选项组中设置溢出行为，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮即可。



图 6-44 “替换面”对话框

溢出行为已经多次提及，在这里有必要介绍以下溢出行为的 4 个选项（以针对替换面为例）。

- “自动”：延伸修改的面或固定面，具体取决于哪种面对体积或面积的更改较小。
- “延伸更改面”：延伸正在修改的面以形成与模型的全相交。
- “延伸入射面”：延伸与正在修改的面相交的固定面。
- “延伸截断面”：延伸已修改的面并在其越过某边时截断。

6.3 思考与上机练习

1）特征重排序是否会影响模型的最终效果？可举例辅助说明。

2）在什么场合抑制特征？如何取消抑制特征？

3）什么是可回滚编辑？

4）如何移除参数?

5）在什么情况下使用同步建模技术？

6）上机练习：请自行设计一个典型的机械零件，然后移除其参数，再练习使用相关的同步建模工具命令来修改该机械零件。



第7章　装 配 设 计

本章导读：

装配设计主要用于表达机器或部件的工作原理及零件、部件间的装配关系。通常在设计好零件之后，可以将它们按照一定的约束关系装配起来以组成一个零部件或完整的产品模型，当然也可以采用其他装配设计思路来反过设计零部件。UG NX 9.0 为用户提供了专门的“装配”应用模块用于模拟真实的装配操作并创建装配模型等。使用“装配”应用模块，不仅能将零部件快速组合成产品，而且在装配过程中可以参考其他部件进行部件关联设计，还可以对装配模型进行间隙分析、干涉分析和相关仿真模拟等。

本章将深入浅出地介绍 UG NX 9.0 装配设计的实用知识，具体内容包括装配设计概念、组件基础、组件位置、组件高级应用、爆炸视图、重用库标准件应用和低速滑轮装置装配设计。

7.1　装配设计概念

设计好各个机械零件之后，通常还需要通过装配约束、机构连接关系等将零件组装起来以构成一个机械零部件或一个完整的机械产品/设备，这便是典型的装配设计。当然，在进行装配设计时，也可以进行零件设计。

本节主要介绍 UG NX 装配常用术语、创建装配部件文件、装配导航器和装配设计方法这些关于装配的基础知识。

7.1.1 UG NX 装配常用术语

UG NX 装配设计中包含了一些与“建模”应用模块中不同的术语和基本概念，例如“NX 装配”“子装配”“组件对象”“组件部件”“引用集”“显示部件”和“工作部件”等。本节将对这些常见的装配常用术语进行介绍。读者刚开始接触这些术语时，可能不太容易理解它们，但通过系统地学习其他装配设计知识，即可在潜移默化中理解和掌握这些装配术语了。

1．NX 装配

NX 装配是一个包含组件对象（组件对象是指向独立部件或子装配的指针，具体描述见“组件对象”的术语描述）的部件文件。换个角度来说，一个 NX 装配部件是由零件部件和子装配组合而成的。

2．子装配

子装配是在更高级别装配中用作组件的装配，即子装配也是一个装配（它可以拥有自己的组件），只是其比顶级装配的级别要低。子装配是一个相对的概念，任何一个装配部件都



可以在更高级别的装配中用作子装配。一个 NX 装配中可以包含有若干个子装配。

3．组件对象

组件对象是指向包含组件几何体的文件的非几何指针。在部件文件中定义组件后，该部件文件将拥有新的组件对象。此组件对象允许在装配中显示组件，而无须复制任何几何体。一个组件对象会存储组件的相关信息，如图层、颜色、相对于装配的组件的位置数据、文件系统中组件部件的路径以及要显示的引用集。

图 7-1 展示了典型的 NX 装配结构关系，其中 A 表示顶层装配，B 表示顶层装配引用的子装配，C 表示装配引用的零件或独立部件，D 表示装配文件中的组件对象。

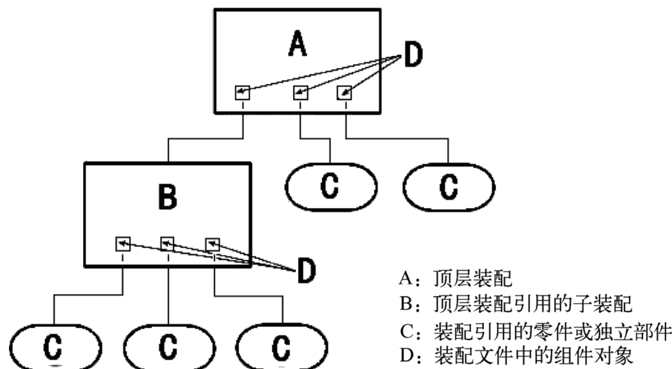


图 7-1　典型的 NX 装配结构关系

4．组件部件

组件部件是被装配中的组件对象所引用的部件文件。组件部件中存储的几何体在装配中是可见的，但未被复制，它们只是被虚拟引用。

5．引用集

引用集是在装配组件中定义的数据子集，是组件部件或子装配中对象的命名集合，可用来简化较高级别装配中组件部件的表示。在对装配进行编辑时，用户可以通过显示组件或子装配的引用集来降低显示的混乱性和内存使用量。

引用集可以包含的数据有名称、几何对象、基准、坐标系、组件对象和属性（属性用于一个部件清单的非几何信息）等。可以将引用集分为两类，一类是由 UG NX 管理的自动引用集，另一类则是用户定义的引用集。

引用集可以在零部件中提取定义的部分几何对象，通过定义的引用集可以将相应的零部件装配到装配体中。注意：一个零部件可以有多个引用集，其中“整个部件”引用集（表示整个部件）和“空”引用集（不包含对象）是每个部件的两个默认引用集。

6．自底向上装配

自底向上装配是先创建部件几何模型，再以一定方式组合在一起形成子装配，往上一层形成装配。

7．自顶向下装配

自顶向下装配是指在装配级中创建与其他部件相关的部件模型，从装配部件的顶级向下产生子装配和部件（即零件）。

8．显示部件

显示部件是指当前显示在图形窗口中的部件（组件）。要改变显示部件，在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“装配”|“关联控制”|“设置显示部件”命令，弹出“类选择”对话框，此时可以在装配导航器中选择一个部件，然后单击“确定”按钮即可。在显示部件中，可以设置显示父项，其方法是在装配导航器中右击显示部件，接着从弹出的快捷菜单中选择“显示父项”命令，如图 7-2 所示，然后从下一级菜单中选择父项组件。

9．工作部件

工作部件是指正在其中创建和编辑几何体或几何模型的组件。在装配体中，工作部件和显示部件可以不是同一个部件。当显示部件是装配时，可以将工作部件更改为其任意组件，但已卸载的部件和使用显示部件中的不同单元所创建的部件除外。

要改变工作部件，可在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M) 并选择“装配”|“关联控制”|“设置工作部件”命令，系统弹出图 7-3 所示的“设置工作部件”对话框。从“选择已加载的部件”列表框或图形窗口中选择所需部件，然后单击“确定”按钮。工作部件在图形窗口中的显示模式与其他部件的显示模式是不同的。另外，在图形窗口中双击非工作部件的组件也可以将其快速地更改为工作部件。

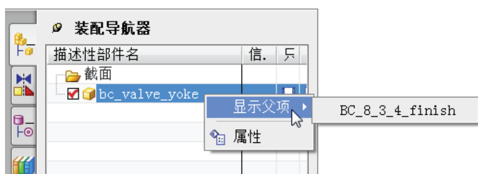


图 7-2　对显示部件设置显示父项



图 7-3　“设置工作部件”对话框

7.1.2 创建装配部件文件

UG NX 9.0 为用户提供一个专门的“装配”应用模块。用户可以新建一个使用“装配”模板的装配部件文件以进入“装配”应用模块，其方法步骤和创建其他部件文件的方法步骤基本一样，即启动 UG NX 9.0 后，在“快速访问”工具栏中单击“新建”按钮，或者按〈Ctrl+N〉快捷键，系统弹出一个“新建”对话框，接着切换至“模型”选项卡，并在该选项卡的“模板”选项组中选择名称为“装配”的模板，其默认单位为毫米；在“新文件名”选项组中设定新文件的名称，指定要保存到的文件夹，然后单击“确定”按钮，此时会弹出“添加组件”对话框以开始进行装配设计。

7.1.3 装配导航器

在位于图形窗口左侧的资源板中单击资源条上的“装配导航器”，打开装配导航器，如图 7-4 所示。在装配导航器中，可以使用层次结构树显示装配结构、组件属性以及成员组件间的约束等。

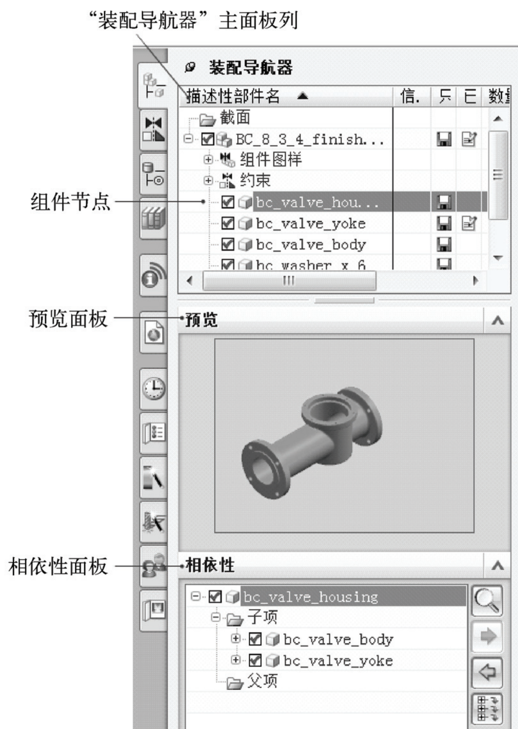


图 7-4 装配导航器

装配导航器中的“装配导航器”主面板列用于标识特定组件，并显示层次结构树；组件节点用于显示与单独的组件相关的信息；预览面板用于显示所选组件的已保存部件预览；相依性面板用于显示所选装配或零件节点的父子相依性。

装配的每个组件在装配导航器中都显示为装配树中的一个节点。每个节点都由一个复选框、图标、部件名称及附加的栏组成。如果部件是一个装配或子装配时，那么还将显示有展开/折叠符号。

使用装配导航器主要可以执行这些操作：查看显示部件的装配结构、将命令应用于特定组件、通过将节点拖到不同的父项对结构进行编辑，以及标识组件和选择组件。在装配导航器窗口上使用右键快捷操作是很实用的，主要分两种情况：一种是在相应的组件上右击（见图 7-5a），另一种则是在空白区域上右击（见图 7-5b）。这两种情况弹出的快捷菜单提供的命令是不同的，用户应该要多加注意。

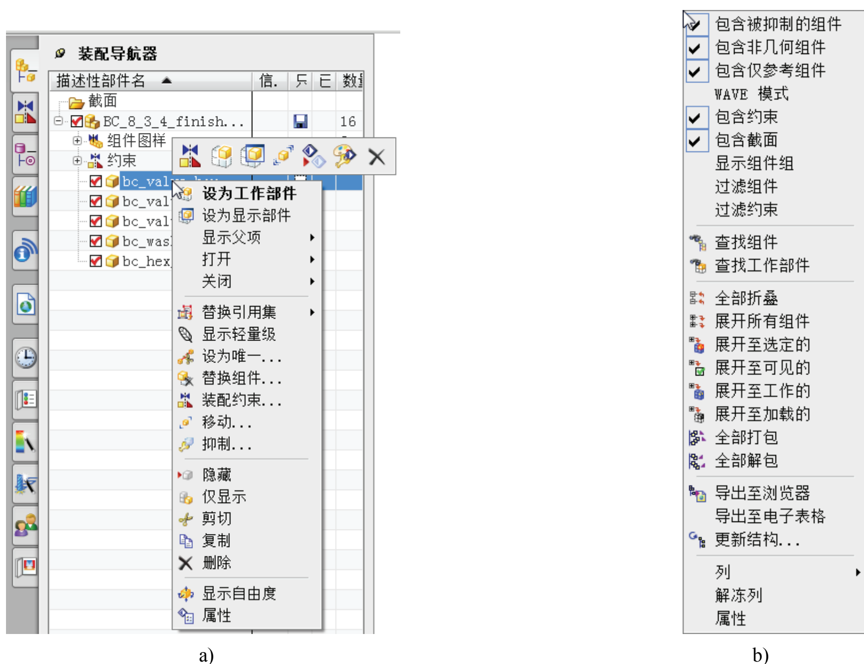


图 7-5 装配导航器的相关右键快捷菜单

a) 组件右键快捷菜单 b) 空白区域处的右键快捷菜单

用户可以设置装配导航器的属性，其方法是在装配导航器窗口的合适空白区域上单击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择“属性”命令，打开图 7-6 所示的“装配导航器属性”对话框，从中对“常规”“列”和“过滤器设置”等属性内容进行设置。其中，“列”选项卡列出了装配导航器中的显示项目，勾选相应的复选框则表示该复选框对应的项目列将在装配导航器中显示，并可以调整各列在装配导航器中的显示顺序。



图 7-6 “装配导航器属性”对话框

a)“常规”选项卡 b)“列”选项卡 c)“过滤器设置”选项卡

7.1.4 装配设计方法解析

UG NX 9.0 的两种典型装配设计方法是自底向上装配建模和自顶向下装配建模。

1．自底向上装配建模

自底向上装配设计方法是较为常用的一种传统的装配方法，其典型建模思路是先逐一设计好装配中所需的部件几何模型，再根据设计要求组合成子装配，由底向上逐级进行装配，最后形成整个装配体（装配部件）。

使用自底向上装配建模方法时，可以单击“添加组件”按钮，通过选择已加载的部件或从磁盘选择部件，将组件添加到装配。

2．自顶向下装配建模

自顶向下装配建模是一种要求相对较高的装配建模方法，是指在装配级中创建与其他部件相关的部件模型，即在装配过程中参照其他部件对当前工作部件进行设计，是在装配部件的顶级向下产生子装配和部件（即零件）的一种典型装配建模方法。

采用自顶向下装配建模时，可以在装配级别创建几何体，并且可以将几何体移动或复制到一个或多个组件中。在使用自顶向下装配建模时，需要理解上下文中设计的概念。上下文中设计是一种过程，在此过程中，可引用另一部件中的几何体来在新组件中定义几何体，对组件部件的改变可以立即在装配中显示，体现了边设计边装配的特点。注意当在装配上下文中工作时，UG NX 的许多功能允许选择来自于非工作部件的几何体。

在自顶向下装配建模中，除了可以在装配中建立几何体（草图、实体、片体等）以及建立一个新组件并添加几何体到其中之外，还可以在装配中建立一个“空”组件对象，使“空”组件成为工作部件，然后在此组件部件中建立所需几何体。

当然，在一些实际设计场合中，会将自顶向下装配建模和自底向上装配建模结合在一起，形成混合装配模式。

7.2 组件基础

组件基础包括新建组件、添加组件和创建父对象。

7.2.1 新建组件

在“装配”应用模块中，使用“新建组件”按钮可以将选定的几何体保存为组件，在装配中新建组件。使用自顶向下装配建模方法时，可以将现有几何体复制或移到新组件中，也可以直接创建一个空组件并随后向其添加几何体。

要在当前装配工作部件中新建组件，可以按照以下的方法步骤来执行。

1 在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“新建组件”按钮，弹出图 7-7 所示的“新组件文件”对话框。

2 在“新组件文件”对话框的“模型”选项卡的“模板”列表框中选择一个模板。如果需要，可以更改默认名称和文件夹位置。指定模板、新组件名称和文件夹位置后，单击“确定”按钮。

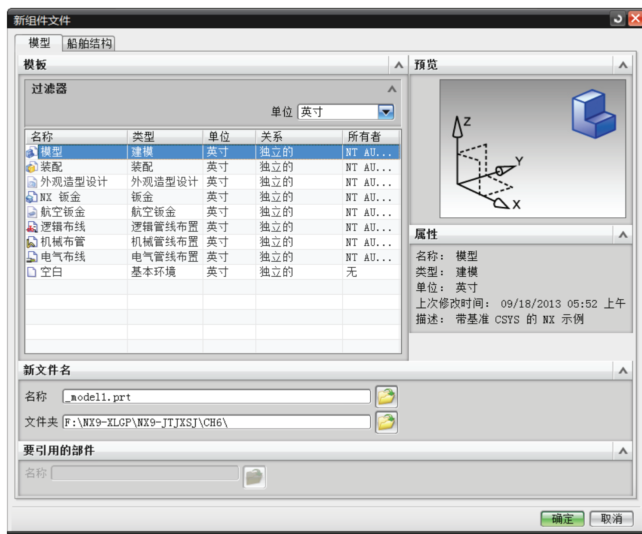


图 7-7 “新组件文件”对话框

3 系统弹出图 7-8 所示的“新建组件”对话框。此时，“对象”选项组中的“选择对象”按钮处于被选中激活的状态。用户可以在图形窗口中选择对象以创建为包含所选几何体对象的新组件，也可以不选择对象以创建空组件。注意当在“对象”选项组中勾选“添加定义对象”复选框时，可以在新组件部件文件中包含所有参考对象，所述的参考对象可以定义所选对象的位置或方向；当取消勾选“添加定义对象”复选框时，则可以排除参考对象。

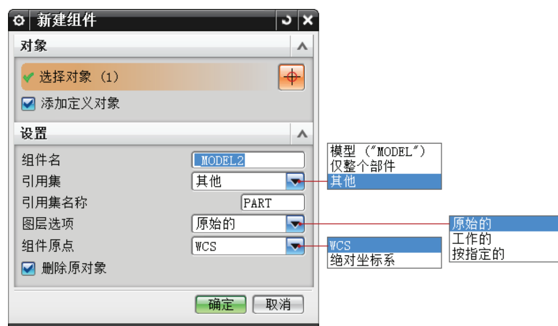


图 7-8 “新建组件”对话框

4 在“设置”选项组的“组件名”文本框中设置新组件的名称，从“引用集”下拉列表框中为正在复制或移动的任何几何体指定引用集，从“图层选项”下拉列表框中选择显示组件几何体的图层，从“组件原点”下拉列表框中选择“WCS”或“绝对坐标系”选项，勾选或取消勾选“删除原对象”复选框以指定是否要删除装配中选定的任何几何体。

5 在“新建组件”对话框中单击“确定”按钮，从而完成新建组件。用户可以在装配导航器中检查以确保将新组件添加到装配结构中的正确位置。

7.2.2 添加组件

使用“添加组件”按钮，可以通过选择已加载的部件或从磁盘选择部件，将所选部件组件添加到装配中，具体的方法步骤如下。

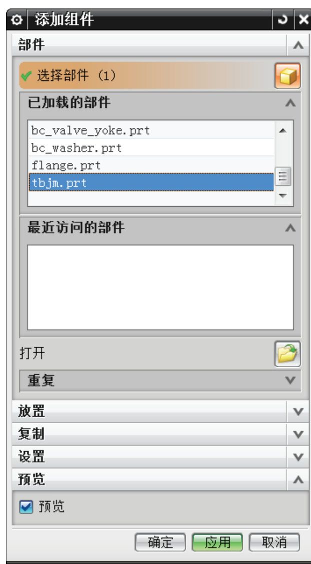


图 7-9 “添加组件”对话框

1 在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“添加组件”按钮，打开图 7-9 所示的“添加组件”对话框。

2 在“添加组件”对话框的“预览”选项组中，勾选“预览”复选框来启用“组件预览”窗口。

3 在“部件”选项组中，使“选择部件”按钮处于活动状态，接着从“已加载的部件”列表框或“最近访问的部件”列表框中选择要添加的部件。如果“已加载的部件”列表框或“最近访问的部件”列表框中没有要添加的部件，那么可以单击“部件”选项组中的“打开”按钮，弹出“部件名”对话框，通过“部件名”对话框来选择所需的部件文件来打开。此外，也可以在图形窗口中或装配导航器中选择部件。选择一个部件后，系统弹出一个“组件预览”窗口显示要添加的组件，如图 7-10 所示。

4 在“部件”选项组展开“重复”子选项组，在“数量”文本框中输入要添加的实例引用数，该实例引用数默认值为 1。

5 在“放置”选项组的“定位”下拉列表框中选择“绝对原点”“选择原点”“通过约束”或“移动”来定位组件，如图 7-11 所示。如果需要，则可以在“放置”选项组中勾选“分散”复选框，从而确保多重添加的组件不会在其初始位置处重叠，系统可自动将组件放置在不使组件重叠的各个位置。

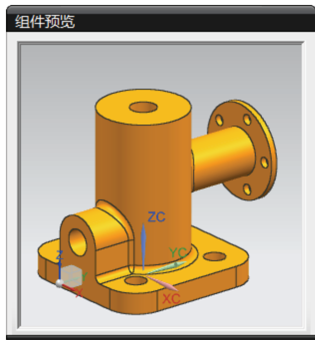


图 7-10 “组件预览”窗口

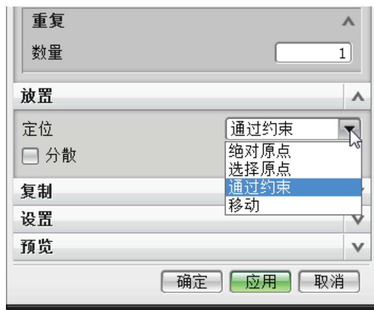


图 7-11 指定放置定位选项

- “绝对原点”：将添加的组件放置在绝对坐标系原点（0,0,0）处。对于第一个部件，一般情况下选择“绝对原点”，其他的部件多选择“通过约束”选项。
- “选择原点”：将添加的组件放置在选择的点处。
- “通过约束”：在定义添加的组件与其他组件的装配约束之后放置它们，即通过建立装配约束来放置添加的组件。
- “移动”：在定义初始位置后，可移动已添加的组件。

6 在“复制”选项组的“多重添加”下拉列表框中选择一个选项，如图 7-12 所示。可供选择的多重添加选项有“无”“添加后重复”和“添加后创建阵列”，它们的功

能含义如下。

- “无”：仅添加一个组件实例。
- “添加后重复”：用于立即添加一个新添加组件的其他实例。
- “添加后创建阵列”：用于创建新添加组件的阵列。

7 在“设置”选项组中设置图 7-13 所示的内容。其中，“名称”文本框用于将当前所选组件的名称设置为指定的名称，如果要添加多个组件，那么此文本框不可用；“引用集”下拉列表框用于设置已添加组件的引用集；“图层选项”下拉列表框用于设置要添加组件和几何体的图层。当从“图层选项”下拉列表框中选择“按指定的”选项时，“图层”文本框可用，可在“图层”文本框中设置组件和几何体的图层号。

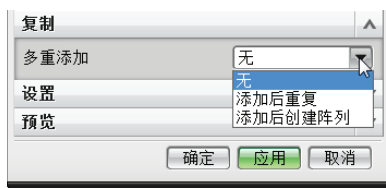


图 7-12 设置多重添加选项

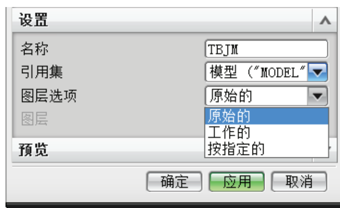


图 7-13 设置引用集等

8 在“添加组件”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮，按照提示继续操作，直到完成添加组件。

7.2.3 新建父对象

新建父对象是指新建当前显示部件的父部件。在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“新建父对象”按钮，弹出“新建父对象”对话框，在“模型”选项卡的“模板”列表框中选择所需模板，例如选择名称为“装配”的模板，接着在“新文件名”选项组中分别指定名称和文件夹路径（即保存路径），如图 7-14 所示，然后单击“确定”按钮。

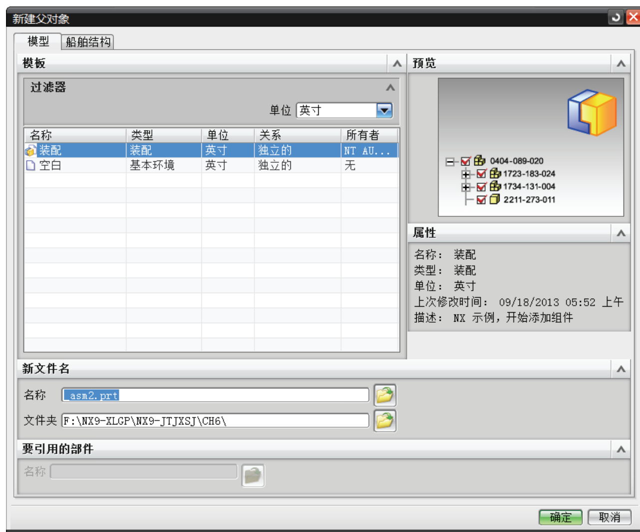


图 7-14 “新建父对象”对话框

7.3 组件位置

组件位置的主要知识点包括“装配约束”“移动组件”“显示和隐藏约束”“记住约束”和“显示自由度”等。

7.3.1 装配约束

装配约束是指通过指定约束关系，相对装配中的其他组件重定位组件。

在“装配”应用模块中，在功能区“装配”选项卡的“组件位置”组中单击“装配约束”按钮，系统弹出图 7-15 所示的“装配约束”对话框。下面介绍“装配约束”对话框主要选项组的功能含义。

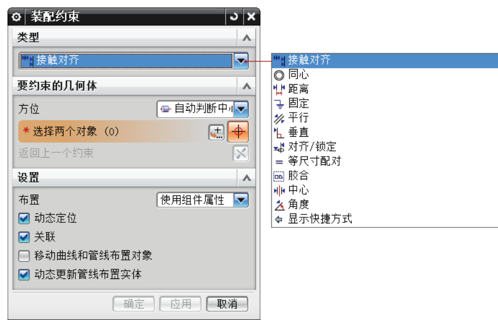


图 7-15 “装配约束”对话框

1．“类型”选项组

“类型”选项组用于指定装配约束的类型，类型包括“接触对齐”“同心”“距离”“固定”“平行”“垂直”“对齐/锁定”“等尺寸配对”“胶合”“中心”和“角度”。

2．“要约束的几何体”选项组

“要约束的几何体”选项组用于定义要约束的几何体，包括选择要约束的对象，并设定相关的选项等。不同的装配约束类型，“要约束的几何体”选项组提供的选项也不同。例如，在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”选项时，则在“要约束的几何体”选项组“方位”下拉列表框中选择一个方位选项（“方位”下拉列表框仅在“类型”为“接触对齐”约束时才出现），并根据所选方位选项选择所需的对象，如果存在多个可能的解，那么可以在各解之间进行循环选择。在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“同心”选项时，则只需通过“要约束的几何体”选项组来选择两个圆对象。

当一个约束有两个解算方案时，“要约束的几何体”选项组提供的“返回上一个约束”按钮可用；当使用“距离”约束且存在两个以上的解时，“要约束的几何体”选项组提供“循环上一个约束”按钮以用于在“距离”约束的可能的解之间循环。

3．“设置”选项组

在“设置”选项组中设置如下选项。

● “布置”下拉列表框：该下拉列表框用于指定约束如何影响其他布置中的组件定位，有两个选项供选择，即“使用组件属性”和“应用到已使用的”，前者用于指定“组

件属性”对话框“参数”选项卡上的“布置”设置确定位置（“布置”设置可以是“单独地定位”，也可以是“位置全部相同”），后者则用于指定将约束应用于当前已使用的布置。

- “动态定位”复选框：勾选“动态定位”复选框，则指定 NX 解算约束并在创建约束时移动组件；倘若取消勾选“动态定位”复选框，则在“装配约束”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮之前，NX 不解算约束或移动对象。
- “关联”复选框：定义装配约束时，“关联”复选框的状态决定了该约束是否关联。勾选“关联”复选框时，则在关闭“装配约束”对话框时，将约束添加到装配，另外在保存组件时将保存约束；如果取消勾选“关联”复选框，其后所创建的约束是瞬态的，在单击“确定”按钮以退出对话框或单击“应用”按钮时，它们将被删除。可定义多个关联和非关联装配约束。
- “移动曲线和管线布置对象”复选框：如果勾选“移动曲线和管线布置对象”复选框，则在约束中使用管线布置对象和相关曲线时移动它们。
- “动态更新管线布置实体”复选框：“动态更新管线布置实体”复选框用于动态更新管线布置实体。

在 UG NX 9.0 中，可用的装配约束类型选项如表 7-1 所示。

表 7-1　装配约束类型一览表

序号	装配约束类型	图标	描　述	备　注
1	接触对齐		约束两个组件，使它们彼此接触或对齐。接触对齐约束的方位选项包括“首选接触”“接触”“对齐”和“自动判断中心/轴”	“首选接触”用于当接触和对齐解都可能时显示接触约束；“接触”用于约束对象使其曲面法向在反方向上；“对齐”用于约束对象使其曲面法向在相同的方向上；“自动判断中心/轴”指定在选择圆柱面或圆锥面时，NX 将使用面的中心或轴而不是面本身作为约束
2	同心		约束两个组件的圆形边或椭圆形边，以使中心重合，并使边的平面共面	
3	距离		指定两个对象之间的最小 3D 距离	
4	固定		将组件固定在其当前位置上	在需要隐含的静止对象时，固定约束会很有用；如果没有固定的节点，整个装配可以自由移动
5	平行		将两个对象的方向矢量定义为相互平行	
6	垂直		将两个对象的方向矢量定义为相互垂直	
7	对齐/锁定		选择两个对象快速“对齐/锁定”约束	要求所选对象要一致，如圆柱面对圆柱面、圆边线对圆边线、直边线对直边线等
8	等尺寸配对		将半径相等的两个圆柱面结合在一起	此约束对确定孔中销或螺栓的位置很有用；如果以后半径变为不等，则该约束无效
9	胶合		将组件“焊接”在一起，使它们作为刚体移动	胶合约束只能应用于组件，或组件和装配级的几何体；其他对象不可选
10	中心		使一对对象之间的一个或两个对象居中，或使一对对象沿另一个对象居中	“中心”约束的子类型分“1 对 2”“2 对 1”和“2 对 2”三种。“1 对 2”在后两个所选对象之间使第一个所选对象居中；“2 对 1”使两个所选对象沿第三个所选对象居中；“2 对 2”使两个所选对象在两个其他所选对象之间居中
11	角度		定义两个对象间的角度尺寸	角度约束的子类型分“3D 角”和“方向角度”两种类型，前者用于在未定义旋转轴的情况下设置两个对象之间的角度约束，后者使用选定的旋转轴设置两个对象之间的角度约束

在装配应用模块中建立装配约束的一般方法和步骤如下。

1 在“装配”应用模块中，在功能区“装配”选项卡的“组件位置”组中单击“装配约束”按钮，系统弹出“装配约束”对话框。

2 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择所需的一个装配约束选项。

3 检查“设置”选项组中的默认选项。可以根据要求对这些选项进行更改。

4 利用“要约束的几何体”进行相关选项设置，以及选择所需的对象来约束。对于某些约束而言，如果有两种解的可能，则可以通过单击“返回上一个约束”按钮在可能的求解中切换。存在多个解时，还可以通过单击“循环上一个约束”按钮以在可能的解之间循环。注意可能还要根据装配约束的不同而设置相应的参数。

5 在“装配约束”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮。

7.3.2 移动组件

“移动组件”按钮用于移动装配中的组件，但要注意所选组件的自由度对移动的限制影响。移动组件的操作内容主要包括选择组件并使用拖曳手柄去实现动态移动，建立约束以移动组件到所要求的位置，以及移动不同装配级上的组件。

在功能区“装配”选项卡的“组件位置”组中单击“移动组件”按钮，系统弹出图 7-16 所示的“移动组件”对话框，接着选择要移动的组件，设置变换运动、复制模式以及附加设置选项等，从而在约束允许的方位上移动装配中的选定组件。

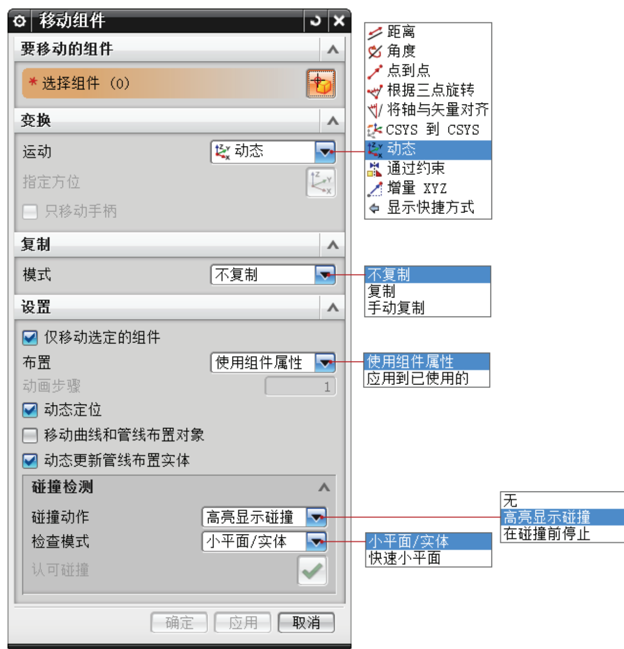


图 7-16 “移动组件”对话框

在“变换”选项组的“移动”下拉列表框中提供了移动组件的多种选项，包括“动态”“距离”“角度”“点到点”“根据三点旋转”“将轴与矢量对齐”“CSYS 到 CSYS”“通过约束”和“增量 XYZ”。它们的功能含义如下。

- “动态”：选择“动态”选项后，需要指定方位，可以在图形窗口中拖曳手柄来移动或旋转组件，也可以在屏显输入框中输入相应的值来移动组件。注意使用〈Alt〉键可关闭捕捉功能。
- “距离”：在指定矢量方向上，从某一定义点开始以设定的距离值移动组件。
- “角度”：绕轴点和矢量方向以指定的角度移动组件。
- “点到点”：从指定的一点到另一点移动组件。
- “根据三点旋转”：定义枢轴点、起始点和终止点等，在其中移动组件。
- “将轴与矢量对齐”：需要指定起始矢量、终止矢量和枢轴点，以绕枢轴点在两个定义的矢量间移动组件。
- “CSYS 到 CSYS”：从一个坐标系到另一个坐标系移动组件。
- “通过约束”：添加装配约束来移动组件。
- “增量 XYZ”：基于显示部件的绝对或 WCS 位置加入 XC、YC、ZC 相对距离来移动组件。

7.3.3 显示和隐藏约束

在 UG NX 9.0 中，可以根据实际设计情况，显示和隐藏约束及使用其关系的组件。在功能区“装配”选项卡的“组件位置”组中单击“显示和隐藏约束”按钮，弹出图 7-17 所示的“显示和隐藏约束”对话框。接着选择感兴趣的组件或约束，并在“设置”选项组中选择“约束之间”单选按钮或“连接到组件”单选按钮来定义可见约束，以及设置是否更改组件可见性和是否过滤装配导航器，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮。例如，在装配中只选择一个约束符号，在“设置”选项组中选择“约束之间”单选按钮，勾选“更改组件可见性”复选框，然后单击“应用”按钮，则在图形窗口中只显示使用此约束的组件。



图 7-17 “显示和隐藏约束”对话框

7.3.4 记住约束

“记住约束”是指记住部件中的装配约束，以供在其他组件中重用。在功能区“装配”选项卡的“组件位置”组中单击“记住约束”按钮，系统弹出图 7-18 所示的“记住的约束”对话框，接着选择要记住约束的组件，并在所选组件上选择要记住的约束，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮。之后保存组件时，所选择的约束也将随着组件一起保存。

在其他装配中再次将此组件按照“通过约束”方式添加进去时，系统将弹出图 7-19 所示的“重新定义约束”对话框。此时用户可以通过已记住的约束来辅助定位组件，即在装配中选择其他组件的配合对象来完成重新定义装配约束。实践证明，在一些复杂的机械设备中，装配一些相同规格的零部件时，可以事先为该零部件执行“记住约束”操作，这样在装配相同零部件时便可以使用已记住的约束来进行装配约束，工作效率会得到显著提升。



图 7-18 “记住的约束”对话框



图 7-19 “重新定义约束”对话框

7.3.5 显示自由度

要显示组件的自由度，那么在功能区“装配”选项卡的“组件位置”组中单击“显示自由度”按钮，系统弹出图 7-20 所示的“组件选择”对话框，接着选择要操作的组件，则在图形窗口中显示该组件的自由度，如图 7-21 所示。



图 7-20 “组件选择”对话框

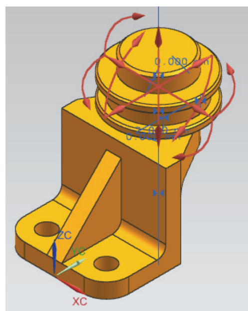


图 7-21 显示所选组件的自由度（示例）

7.4 组件高级应用

组件高级应用主要包括阵列组件、镜像装配、替换组件、抑制组件与取消抑制组件。

7.4.1 阵列组件

阵列组件是指将一个组件复制到指定的阵列中。

在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“阵列组件”按钮，弹出图 7-22 所示的“阵列组件”对话框。下面对该对话框 3 个选项组的功能含义分别介绍。



图 7-22 “阵列组件”对话框

- “要形成阵列的组件”选项组：在该选项组中单击“组件”按钮，接着选择要形成阵列的组件。
- “阵列定义”选项组：在该选项组中指定阵列布局类型，并根据所选阵列布局类型进行相应的参数和选项设置。“布局”选项组提供的阵列布局类型与“设置”选项组的“关联”复选框有关，当勾选“关联”复选框时，“布局”选项组提供的阵列布局类型有“线性”“圆形”和“参考”；当取消勾选“关联”复选框时，提供的阵列布局类型有“线性”“圆形”“多边形”“螺旋式”“沿”“常规”“参考”和“螺旋线”。阵列组件的阵列定义和阵列特征的阵列定义是基本相同的，在此不做赘述。
- “设置”选项组：在该选项组中设置是否启动动态定位。对于某些布局类型的阵列，还可以设置阵列组件是否具有关联性。

下面介绍阵列组件的两个范例。

1．采用“圆形”布局阵列组件

采用“圆形”布局阵列组件的范例如下。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH7\zlzj_yx.prt”配套原始文件，单击“OK”按钮，原始装配体模型如图 7-23 所示。

2 在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“阵列组件”按钮，弹出“阵列组件”对话框。

3 在图形窗口中选择螺钉（“zlzj_yx_b.prt”）作为要形成阵列的组件。

4 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“圆形”选项，在“旋转轴”子选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“ZC 轴”图标选项，在“指定点”下拉列表框中选择“圆弧中心/椭圆中心/球心”图标选项并确保处于指定点状态，在图形窗口中单击基础盘状模型中底面端面圆边线以取其中心点作为轴点；在“角度方向”子选项组的“间距”下拉列表框中选择“数量和跨距”选项，设置“数量”为“6”，“跨角”为“360”；在“辐射”子选项组中取消勾选“创建同心成员”复选框，如图 7-24 所示。

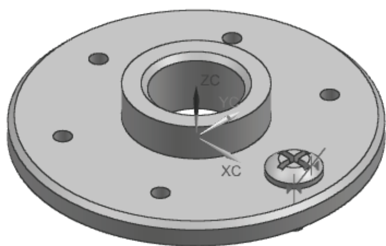


图 7-23　原始装配体模型



图 7-24　圆形阵列定义

在“设置”选项组中勾选“动态定位”复选框和“关联”复选框。

单击“确定”按钮，阵列组件的结果如图 7-25 所示。



由于在基础盘状模型中的 6 个孔是由圆形阵列来完成的，而螺钉（“zlzj_yx_b.prt”）需要安装在这 6 个孔处，因此本例也可以采用“参考”布局来阵列组件获得同样的装配效果，如图 7-26 所示。

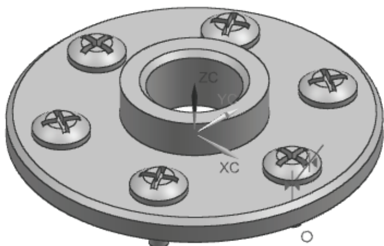


图 7-25　阵列组件的结果（圆形阵列）



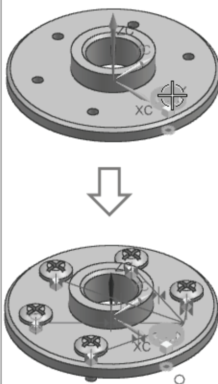


图 7-26　采用“参考”布局阵列组件

2．采用“线性”布局阵列组件

采用“线性”布局阵列组件的范例如下。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH7\zlzj_xx_asm.prt”配套原始文件，单击“OK”按钮，原始装配体模型如图 7-27 所示。

2 在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“阵列组件”按钮，弹出“阵列组件”对话框。

3 在图形窗口中选择小长方体作为要形成阵列的组件。

4 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“线性”选项，并进行图 7-28 所示的方向 1 和方向 2 参数设置。

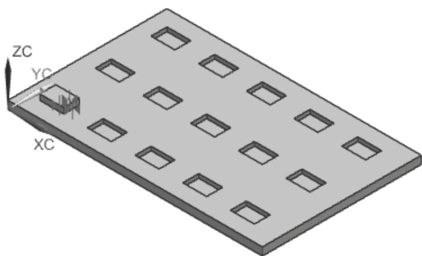


图 7-27 原始装配体模型



图 7-28 线性阵列定义

5 在“设置”选项组中取消勾选“动态定位”复选框和“关联”复选框。

6 单击“确定”按钮，阵列组件的结果如图 7-29 所示。

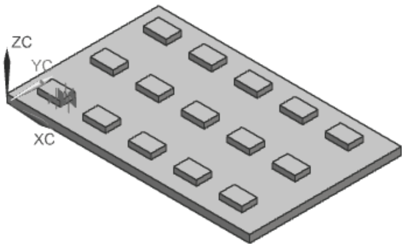


图 7-29 采用“线性”布局完成的阵列组件结果

7.4.2 镜像装配

在“装配”应用模块中，单击“镜像装配”按钮，可以创建整个装配或选定组件的镜像版本，即以镜像方式完成相应的装配。镜像装配示例如图 7-30 所示，在该示例中，先在

装配体中通过装配约束的方式装配好一个非标准的螺钉，接着使用“镜像装配”的方法在装配体中镜像装配另一个规格相同的螺钉。具体操作过程如下。

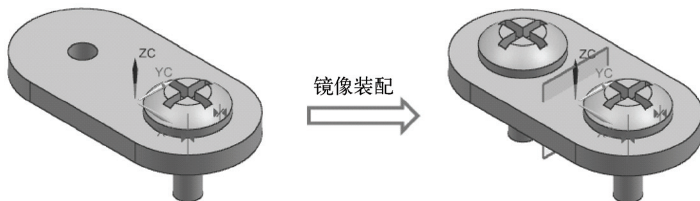


图 7-30　镜像装配示例

1 打开“CH7\jxzp.prt”文件。

2 在功能区“装配”选项卡的“组件”组中单击“镜像装配”按钮，系统弹出图 7-31 所示的“镜像装配向导”对话框欢迎页面。



图 7-31　“镜像装配向导”对话框欢迎页面

3 在“镜像装配向导”对话框的欢迎页面中单击“下一步”按钮，打开“镜像装配向导”对话框的选择组件页面。

4 选择要镜像的组件。本例选择已经装配到装配体中的第一个螺钉，此时“镜像装配向导”对话框的选择组件页面如图 7-32 所示。注意选择的组件必须是工作装配体的子项。



图 7-32　选择要镜像装配的组件

5 在“镜像装配向导”对话框的选择组件页面中单击“下一步”按钮，打开“镜像装配向导”对话框的选择平面页面。

6 系统提示选择镜像平面。由于没有所需的平面作为镜像平面，则在“镜像装配向导”对话框的选择平面页面中单击“创建基准平面”按钮，如图 7-33 所示，系统弹出“基准平面”对话框。



图 7-33 单击“创建基准平面”按钮

在“基准平面”对话框的“类型”下拉列表框中选择“YC-ZC 平面”，在“偏置和参考”选项组中选择“绝对”单选按钮，在“距离”文本框中输入距离为“0”，如图 7-34 所示。单击“确定”按钮，从而创建所需的一个基准平面作为镜像平面。

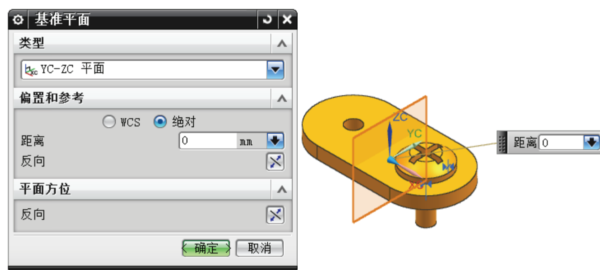


图 7-34 创建基准平面作为镜像平面

7 在“镜像装配向导”对话框的选择平面页面中单击“下一步”按钮，打开镜像设置页面，在右侧面板中列出选定的组件，如图 7-35 所示。在右侧面板的组件列表中选择一个组件以作为要改其初始操作的组件（如重新指定镜像类型），本例单击“关联镜像”按钮，然后单击“下一步”按钮。

知识点拨：在“镜像装配向导”对话框的镜像设置页面中，可以为每个组件选择不同的镜像类型，其方法是在右侧面板的组件列表中选择一个组件，接着单击如下 4 个按钮之一。

- “关联镜像”按钮：单击此按钮，将创建所选组件的关联镜像版本，并创建新部件。
- “非关联镜像“按钮：单击此按钮，将创建所选组件的非关联镜像版本，并创建新部件。



图 7-35 “镜像装配向导”对话框的镜像设置页面

- “排除”按钮：单击此按钮排除所选组件。
- “重用和重定位”按钮：默认的镜像类型为“重用和重定位”，在此按钮可用时，单击此按钮，将创建所选组件的新实例。

8 系统弹出图 7-36 所示的“镜像组件”对话框，提示此操作将新建部件并将它们作为组件添加到工作部件，从中单击“确定”按钮。可以在该对话框中勾选“不要再显示此消息”复选框，以设置以后不再弹出用于显示此消息的对话框。此时，镜像组件预览在图形窗口中，同时“镜像装配向导”对话框进入镜像检查页面，如图 7-37 所示。在完成操作之前，可以执行如下操作来进行更正（属于可选操作）。

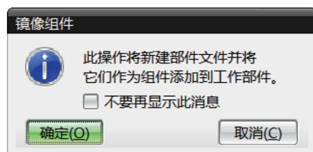


图 7-36 “镜像组件”对话框



图 7-37 “镜像装配向导”对话框的镜像检查页面

- 通过单击相应的按钮更改组件的镜像类型（“重用和重定位”“关联镜像”或“非关联镜像”）。
- 选择组件，单击“排除”按钮。
- 单击“循环重定位解算方案”按钮，在所选组件的每个可能的重定位解算方案间循环，或者可以从列表框中选择解算方案。

9 在“镜像装配向导”对话框的镜像检查页面中单击“下一步”按钮，打开“命名策略”页面，如图 7-38 所示。



图 7-38 “镜像装配向导”对话框的“命名策略”页面

10 单击“完成”按钮，完成本例操作，得到的镜像装配结果如图 7-39 所示。

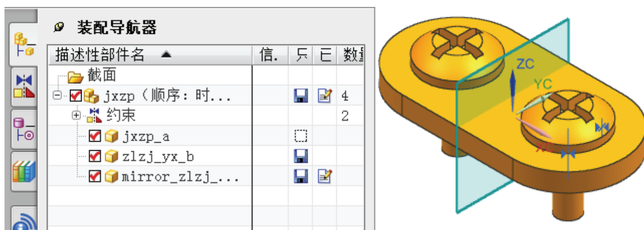


图 7-39 镜像装配结果

7.4.3 替换组件

替换组件是指用一个组件替换另一个组件，即移除现有选定的一个组件，并用另一类型为“*.prt”文件的一个组件将其替换。

要执行替换组件操作，可以先选择要替换的组件，接着在功能区的“装配”选项卡中单击“更多”|“替换组件”按钮，弹出图 7-40 所示的“替换组件”对话框。如果事先未选择要替换的组件，那么需要在“要替换的组件”选项组中单击“选择组件”按钮，再在图形窗口中选择一个组件作为要替换的组件。在该对话框的“替换件”选项组中单击“选择部件”按钮，在图形窗口中选择替换组件（如果有的话），或者在“已加载的部件”列表框和“未加载的部件”列表框中选择一个部件作为替换件，还可在“替换件”选项组中单击“浏览”按钮并利用弹出的“部件名”对话框从磁盘上选择所需的部件作为替换件。



图 7-40 “替换组件”对话框

在“设置”选项组中对以下内容进行设置。

- “维持关系”复选框：勾选此复选框时，则在替换组件时保持装配关系。

- “替换装配中的所有事例”复选框：勾选此复选框时，则当前装配体中所有重复使用的装配组件都将被替换。
- “组件属性”子选项组：在该子选项组中设置组件属性，包括名称选项、引用集和图层选项等。

7.4.4 抑制组件与取消抑制组件

本小节介绍抑制组件与取消抑制组件。

1．抑制组件

抑制组件是指从当前显示中移除选定的组件及其子组件，这与删除组件是完全不同的概念。在抑制组件时，UG NX 系统会忽略选定组件及其子组件的多个装配功能，这与隐藏组件又明显不同，因为隐藏的组件仍然使用了这些装配功能。如果要使装配将某些组件视为不存在，但尚未准备从数据库中删除这些组件，那么使用“抑制组件”命令将非常有用。

抑制组件的操作方法很简单，在功能区“装配”选项卡中单击“更多”|“抑制组件”按钮，弹出图 7-41 所示的“类选择”对话框，选择所需的组件，然后单击“类选择”对话框中的“确定”按钮，即可抑制所选的组件。

被抑制的组件具有这些行为或特点：被抑制的组件的子项也会一同受到抑制；当某一组件包含抑制表达式时，可以将该表达式与其他表达式相关联，以便在组件的抑制状态更改时，同时创建其他更改；可使组件的抑制状态特定于装配布置或控制父部件，例如，可以指定在某一布置中抑制组件，但在其他布置中取消抑制该组件；当抑制多个组件时，被抑制的这些组件可以来自装配的不同级别和子装配；抑制某个已加载的组件并不会将其卸载；依赖于被抑制的组件的装配约束和链接几何体在取消抑制该组件之前不会更新。

2．取消抑制组件

取消抑制组件是指显示先前抑制的组件，其操作方法较为简单：在功能区“装配”选项卡中单击“更多”|“取消抑制组件”按钮，系统弹出图 7-42 所示的“选择抑制的组件”对话框，从列表中选择当前处于已抑制状态的组件（也就是选择将要取消抑制的组件），然后单击“确定”按钮即可。



图 7-41 “类选择”对话框

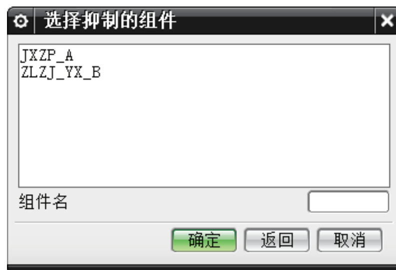


图 7-42 “选择抑制的组件”对话框

7.5 爆炸图

在机械工程图中，有时会要求创建机械产品或机械设备的爆炸图，爆炸图可用在生产组装、产品结构说明等环节。本节介绍的爆炸图知识点主要包括新建爆炸图、编辑爆炸图、自动爆炸组件、取消爆炸组件、删除爆炸图、切换爆炸图和在爆炸图中绘制追踪线。

7.5.1 新建爆炸图

在装配中，要将组件以可见方式重定位来形成新爆炸图，那么可以按照以下的方法步骤来进行。

1 在功能区的“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“新建爆炸图”按钮，系统弹出图 7-43 所示的“新建爆炸图”对话框。



图 7-43 “新建爆炸图”对话框

2 在“新建爆炸图”对话框的“名称”文本框中显示了爆炸图的默认名称。用户可以接受默认的爆炸图名称，也可以在“名称”文本框中为爆炸图输入新名称。

3 在“新建爆炸图”对话框中单击“确定”按钮，从而创建一个新的爆炸图。

创建了新的爆炸图之后，通常需要对该爆炸图进行编辑操作，例如，可以使用“编辑爆炸图”命令或“自动爆炸组件”命令进行编辑操作。

如果在创建新爆炸图之前，当前视图已包含有爆炸的组件，那么可以将其用作创建新爆炸图的起点。如果要创建一系列爆炸图，则此思路方法尤为有用。

7.5.2 编辑爆炸图

编辑爆炸图是指对爆炸图中选定的一个或多个组件进行重定位。可以按照以下的方法步骤来编辑在工作视图中显示的爆炸图。

1 在功能区“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“编辑爆炸图”按钮，打开图 7-44 所示的“编辑爆炸图”对话框。

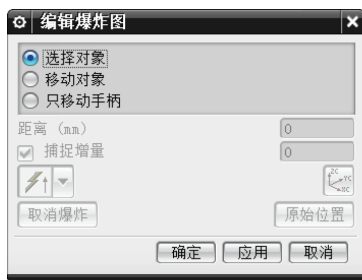


图 7-44 “编辑爆炸图”对话框

2 在“编辑爆炸图”对话框中选择“选择对象”单选按钮，在装配中选择要移动的组件。

3 在“编辑爆炸图”对话框中选择“移动对象”单选按钮，此时在所选组件上显示有平移拖动手柄、旋转拖动手柄和原始手柄，如图 7-45 所示。按照以下一种或多种方法来移动所选的组件。

- 在矢量方向上移动：在视图中选择一个平移拖动手柄，可以勾选“捕捉增量”复选框并在对应的增量框中输入距离增量的值，在“距离”文本框中输入所选组件要移动的距离并按〈Enter〉键确认。也可以通过拖动平移手柄来移动组件。
- 围绕矢量旋转：在视图中选择一个旋转拖动手柄，可以勾选“捕捉增量”复选框并在对应的增量框中输入角度增量的值，在“角度”文本框中输入所选组件要旋转的

角度并按〈Enter〉键确认。也可以通过拖动旋转手柄来旋转组件。

- 选择并拖动原始手柄，将组件移到所需的位置处。
- 如果选择“只移动手柄”单选按钮，则使用鼠标拖动移动手柄时，组件不移动。

4 图 7-46 给出了一个编辑过后的爆炸图效果。编辑爆炸图满意后，在“编辑爆炸图”对话框中单击“确定”按钮。

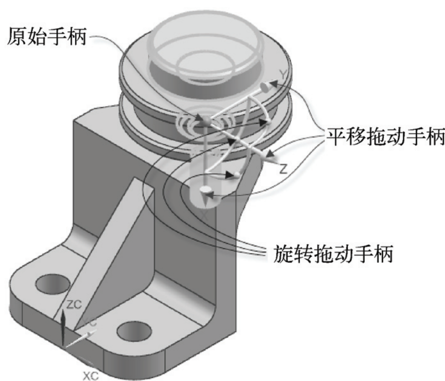
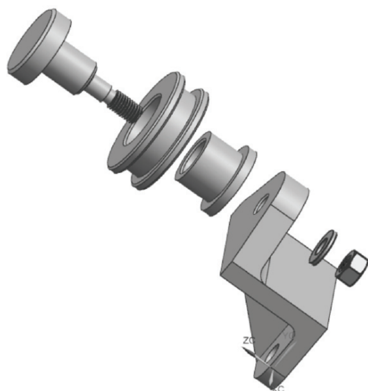


图 7-45 在所选组件上显示相关手柄


图 7-46 编辑的爆炸图参考效果

7.5.3 自动爆炸组件

自动爆炸组件是基于组件的装配约束重定位当前爆炸图中的组件。采用“自动爆炸组件”的爆炸图不一定是理想的爆炸图，必要时再使用“编辑爆炸图”工具命令来编辑并优化自动爆炸图。需要用户注意的是，“自动爆炸组件”工具命令对未约束的组件无效。

自动爆炸组件的方法步骤如下。

1 确保工作视图显示要编辑的爆炸图，在功能区“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“自动爆炸组件”按钮，弹出图 7-47 所示的“类选择”对话框。

2 选择要偏置的组件，然后在“类选择”对话框中单击“确定”按钮。

3 系统弹出图 7-48 所示的“自动爆炸组件”对话框。

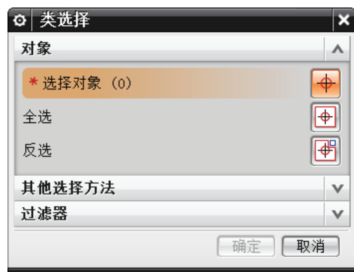


图 7-47 “类选择”对话框



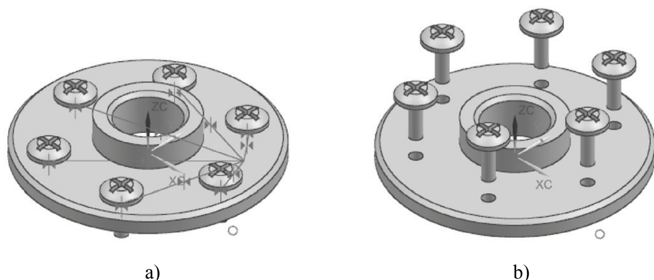
图 7-48 “自动爆炸组件”对话框

4 在“距离”文本框中输入距离值，然后按〈Enter〉键或单击“确定”按钮。

用户也可以先选择要自动爆炸的组件，接着在功能区的“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“自动爆炸组件”按钮，打开“自动爆炸组件”对话框，从中指定距离值，然后单

击“确定”按钮。

自动爆炸组件的示例如图 7-49 所示（用户可以打开“CH7\zdbzzj.prt”来进行练习）。在单击“自动爆炸组件”按钮后，选择 6 个“螺钉”（6 个“螺钉”均应用有相应的装配约束）作为要偏置的组件，并在“自动爆炸组件”对话框中设置偏置距离值。



a) b)

图 7-49 自动爆炸组件的示例

a) 自动爆炸组件之前 b) 自动爆炸组件之后

7.5.4 取消爆炸组件

“取消爆炸组件”按钮用于将一个或多个选定组件恢复至其未爆炸的原始位置。取消爆炸组件的操作较为简单，即先选择要取消爆炸状态的组件，接着在功能区的“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“取消爆炸组件”按钮即可。也可以先单击“取消爆炸组件”按钮，再选择要取消爆炸状态的组件。

7.5.5 删除爆炸图

“删除爆炸图”命令是指删除未显示在任何视图中的装配爆炸图。如果存在多个爆炸图，UG NX 将显示所有爆炸图的列表以供用户选择要删除的视图。如果选中的爆炸图与任何其他视图关联，则 UG NX 会显示一则警告，提示必须首先删除关联的视图。

在功能区的“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“删除爆炸图”按钮，系统弹出图 7-50 所示的“爆炸图”对话框，从该对话框的爆炸图列表中选择要删除的爆炸图名称，单击“确定”按钮。如果所选的爆炸图处于显示状态，则不能执行删除操作，系统会弹出图 7-51 所示的“删除爆炸图”对话框提示用户。

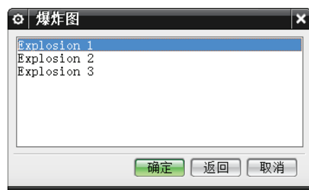


图 7-50 “爆炸图”对话框

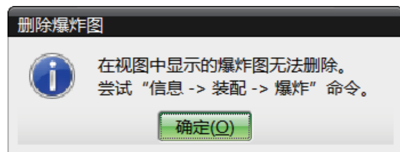


图 7-51 “删除爆炸图”对话框

7.5.6 切换爆炸图

在一个装配部件中可以建立多个命名的爆炸图，这些爆炸图的名称会显示在功能区“装

配”选项卡的“爆炸图”组的“工作视图爆炸”下拉列表框中，如图 7-52 所示。使用“工作视图爆炸”下拉列表框可以选择爆炸图并在工作视图中显示。如果只是想显示装配状态的视图而不希望显示爆炸图，那么可以在此下拉列表框中选择“(无爆炸)”选项。



图 7-52 “爆炸图”组的“工作视图爆炸”下拉列表框

7.5.7 追踪线

在装配图中可以创建组件的追踪线以指示组件的装配位置等。需要用户注意的是，追踪线只能在创建它们时所在的爆炸图中显示。

在爆炸图中创建有追踪线的示例如图 7-53 所示。

要创建追踪线，应先确保工作视图当前显示的是爆炸图。在功能区“装配”选项卡中单击“爆炸图”|“追踪线”按钮，系统弹出图 7-54 所示的“追踪线”对话框，接着分别指定起始点和终止对象等即可。“追踪线”对话框各选项组的功能含义如下。

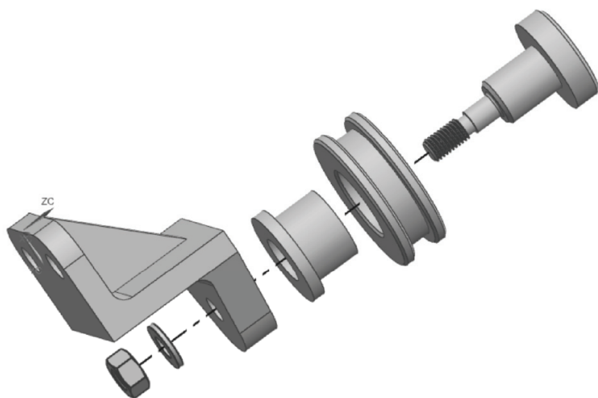


图 7-53 创建有追踪线的爆炸图



图 7-54 “追踪线”对话框

- “起始”选项组：该选项组用于在组件中选择要使追踪线开始的点，并设定起始方向。
- “终止”选项组：在该选项组的“终止对象”下拉列表框中选择“点”选项或“分量”选项。“点”选项用于大多数情况，选择“点”选项时，将在组件中选择要使追踪线结束的点。如果很难选择终点，那么可以使用“分量”选项来选择追踪线应在其中结束的组件，UG NX 使用组件的未爆炸位置来计算终点的位置。另外，同样要注意设置终止方向。
- “路径”选项组：在此选项组中单击“备选解”按钮，可切换所选起点和终止对象之间的追踪线的备选解。

7.6 重用库标准件应用

在机械设备的装配设计中，很多时候需要用到标准件，而 UG NX 9.0 的“重用库”则为用户提供了一些常用的标准件库，包括 GB 标准件库。

在“装配”应用模块下，在资源条上单击“重用库”按钮以在资源板上打开“重用库”窗口，如图 7-55 所示。“重用库”窗口包括“名称”列表框、“搜索”栏、“成员选择”栏和“预览”框。在“名称”列表框中选择所需库名，则在“成员选择”栏中显示该库的成员。“搜索”栏主要用于搜索选择所需的库内容或成员。

在“成员选择”栏中选择所需的成员，接着右击并从弹出的快捷菜单中选择“添加到装配”命令，则可以将该成员添加到装配中。例如，在“重用库”窗口的“名称”列表框中选择“GB Standard Parts”|“Bolt”|“Hex head”选项，接着在“成员选择”栏中选择“Bolt, GB-T5786-2000”成员，右击该成员并从弹出的右键快捷菜单中选择“添加到装配”命令，系统弹出图 7-56 所示的“添加可重用组件”对话框，从中设置主参数和放置选项等。可重用组件的定位方式有“通过约束”“仅自动判断”“绝对原点”“选择原点”和“移动”。通常将可重用组件的定位方式设置为“通过约束”，此时单击“确定”按钮，将弹出图 7-57 所示的“重新定义约束”对话框，然后根据约束选择要约束的几何体来完成约束定义即可。



图 7-55 “重用库”窗口

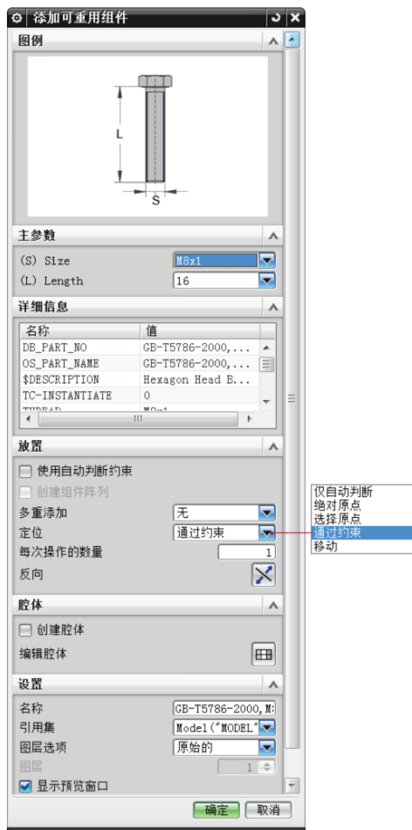


图 7-56 “添加可重用组件”对话框



图 7-57 “重新定义约束”对话框

7.7 低速滑轮装置装配设计

本节将详细讲解低速滑轮装置的装配设计步骤。该低速滑轮装置的装配结果如图 7-58 所示。该低速滑轮装置的装配爆炸图如图 7-59 所示，其中 1 为托架零件、2 为衬套零件、3 为滑轮零件、4 为心轴零件、5 为垫圈（GB/T97.1—2002，M10）、6 为螺母（GB/T6170—2000，M10）。通过本实例的学习，读者应该能充分理解和掌握装配过程中各种操作的运用方法和技巧等。

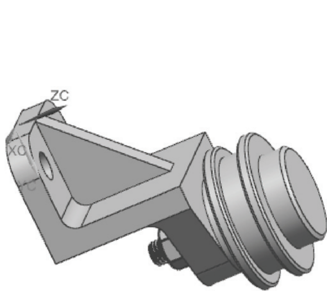


图 7-58 低速滑轮装置装配结果

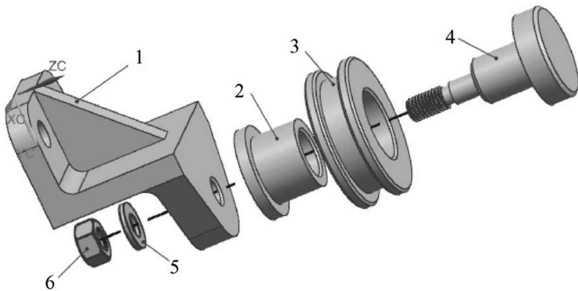


图 7-59 低速滑轮装置的爆炸图

该低速滑轮装置的装配设计步骤如下。

步骤 1 创建一个装配文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件，在“快速访问”工具栏中单击“新建”按钮，弹出“新建”对话框。

2 在“新建”对话框的“模型”选项卡的“模板”选项组中选择名称为“装配”的公制模板（单位为 mm），接着在“新文件名”选项组中分别设定名称和文件夹路径，如图 7-60 所示。

3 单击“确定”按钮，进入装配环境。

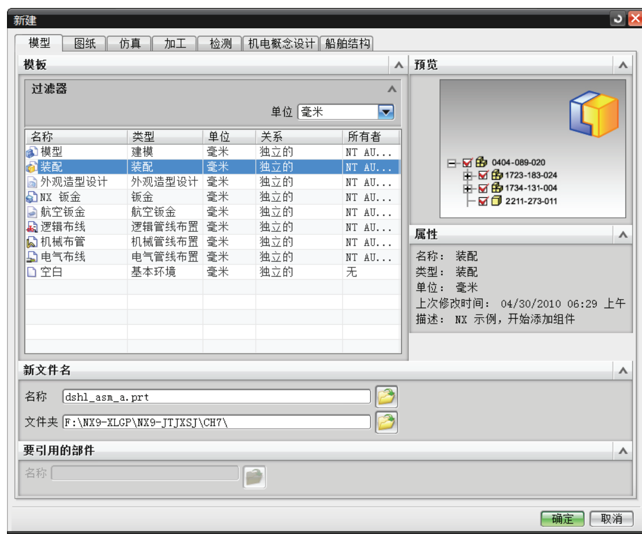


图 7-60 “新建”对话框

步骤 2 装配托架零件。

1 在弹出的“添加组件”对话框的“部件”选项组中单击“打开”按钮，利用弹出的“部件名”对话框选择“CH7\dshl_tj.prt”文件，单击“OK”按钮，返回到“添加组件”对话框。

2 在“预览”选项组中勾选“预览”复选框，则可以在图 7-61 所示的“组件预览”窗口中预览所选的该部件（托架零件）。

3 在“放置”选项组的“定位”下拉列表框中选择“绝对原点”选项，在“复制”选项组的“多重添加”下拉列表框中选择“无”选项，并在“设置”选项组中设置相应的选项，如图 7-62 所示。

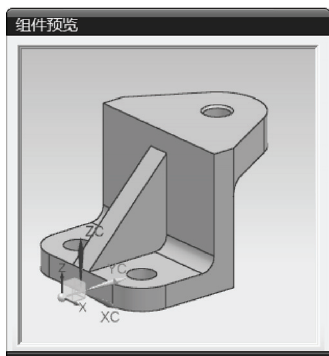


图 7-61 “组件预览”窗口

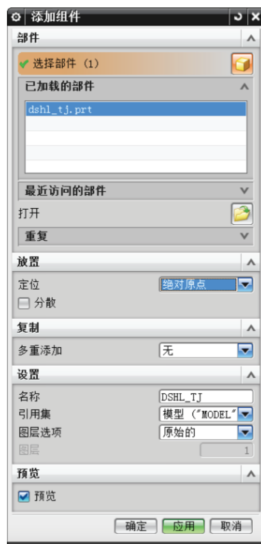


图 7-62 设置放置定位选项和其他

4 单击“确定”按钮，完成拖架零件作为第一个零件在装配中放置。

步骤 3 装配衬套零件。

1 在功能区打开“装配”选项卡，从“组件”组中单击“添加组件”按钮，弹出“添加组件”对话框。

2 在“部件”选项组中单击“打开”按钮，利用弹出的“部件名”对话框选择“CH7\dshl_ct.prt”文件，单击“OK”按钮，返回到“添加组件”对话框。

3 在“放置”选项组的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”选项，确保取消勾选“分散”复选框。在“复制”选项组的“多重添加”下拉列表框中选择“无”选项，在“设置”选项组中接受默认的名称、引用集和图层选项。

4 在“添加组件”选项组中单击“应用”按钮，系统弹出“装配约束”对话框，在“预览”选项组中勾选“预览窗口”复选框，取消勾选“在主窗口中预览组件”复选框。

5 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”类型，在“要约束的几何体”选项组的“方位”下拉列表框中选择“接触”选项，在“组件预览”窗口中选择面 1，接着在主窗口中单击托架零件的一个上支撑面（面 2），如图 7-63 所示。

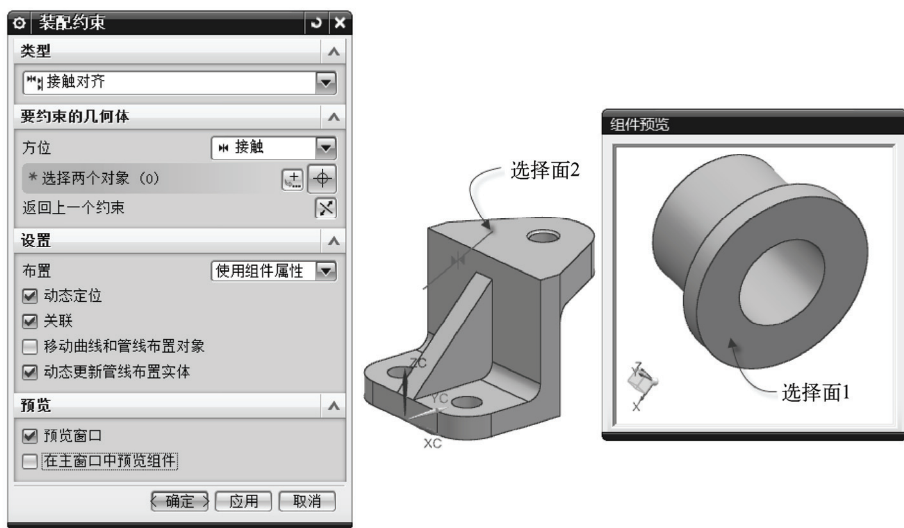


图 7-63 分别选择两个面定义接触约束

6 定义第 2 个约束。确保类型为“接触对齐”，从“要约束的几何体”选项组的“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”选项，在“组件预览”窗口中选择衬套零件的中心轴线，接着在主窗口中选择要对齐的一个孔中心线，如图 7-64 所示。

7 此时可以在“装配约束”对话框的“预览”选项组中勾选“在主窗口中预览组件”复选框，以在主窗口中预览当前的组件装配情况，满意后单击“确定”按钮，装配定位好衬套零件的模型效果如图 7-65 所示。

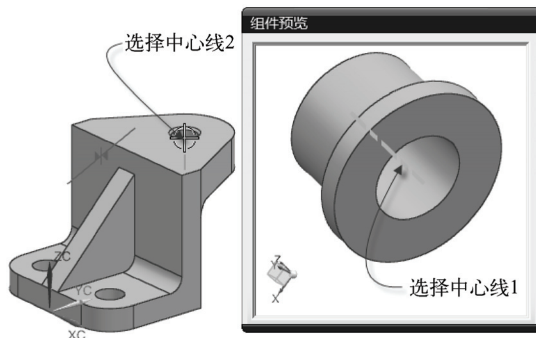


图 7-64 对齐所选的两条中心线

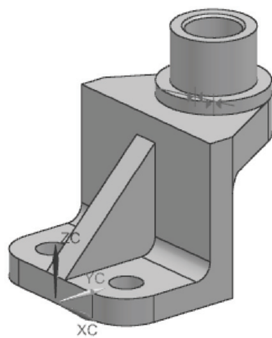


图 7-65 装配定位好衬套零件

步骤 4 装配滑轮零件。

1 自动返回“添加组件”对话框，在“部件”选项组中单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框，选择“CH7\dshl_hl.prt”文件，单击“OK”按钮。

2 在“放置”选项组的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”选项，其他接受默认设置，单击“应用”按钮，弹出“装配约束”对话框。

3 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”选项，从“要约束的几何体”选项组的“方位”下拉列表框中选择“首选接触”选项，在“组件预览”窗口中选择滑轮零件的一个端面（如端面 1），接着在主窗口中单击衬套零件上的环形端面 2，如图 7-66 所示。

4 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“等尺寸配对”选项，先在“组件预览”窗口中选择滑轮零件的内圆柱面 1，再在主窗口中选择衬套零件的外圆柱面 2，如图 7-67 所示。

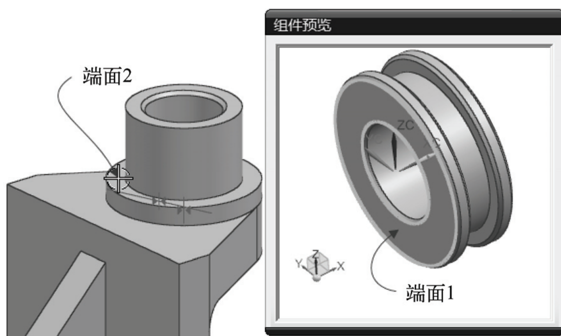


图 7-66 选择要接触约束的两个端面

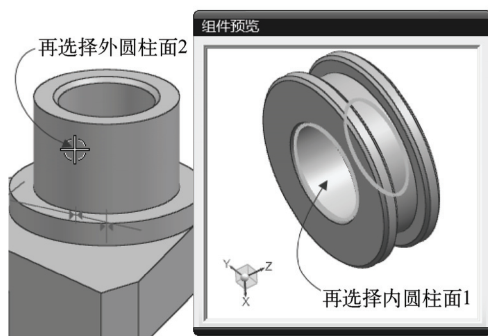


图 7-67 选择要等尺寸配对的两个圆柱面

5 单击“确定”按钮，装配定位好滑轮零件的模型效果如图 7-68 所示。

步骤 5 装配心轴零件。

1 自动返回“添加组件”对话框，在“部件”选项组中单击“打开”按钮，弹出“部件名”对话框，选择“CH7\dshl_xz.prt”文件，单击“OK”按钮。在“组件预览”窗口中预览显示的心轴零件如图 7-69 所示。



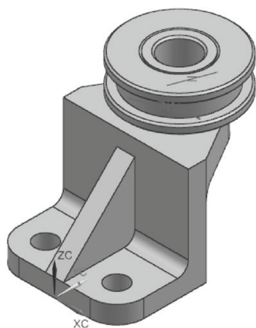


图 7-68　装配定位好滑轮零件

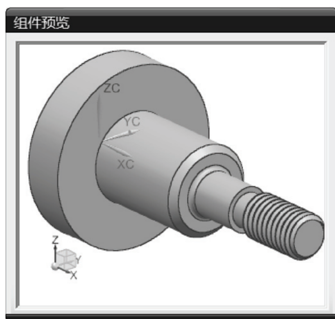


图 7-69　心轴零件预览

2 在“放置”选项组的“定位”下拉列表框中选择“通过约束”选项，其他接受默认设置，单击“确定”按钮，弹出“装配约束”对话框。

3 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“距离”选项，在“组件预览”窗口中选择心轴零件的环形端面 1，接着在主窗口中选择衬套零件的环形端面 2，并设置“距离”值为“0”，如图 7-70 所示，单击“应用”按钮。

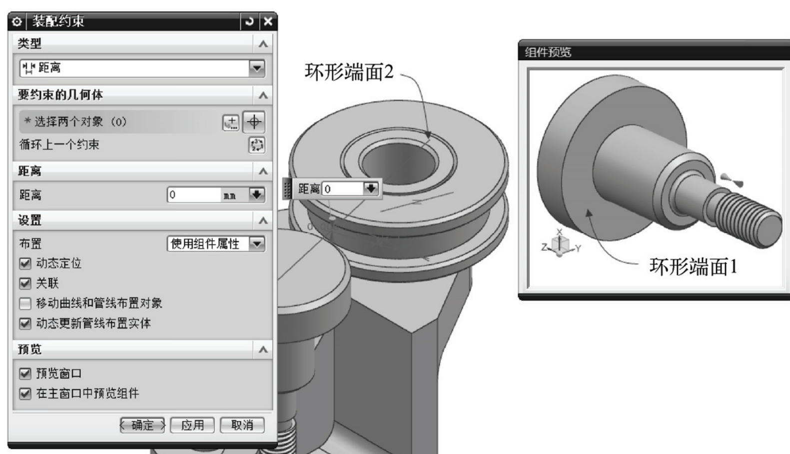


图 7-70　实施“距离”约束

4 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“接触对齐”选项，在“要约束的几何体”选项组的“方位”下拉列表框中选择“自动判断中心/轴”选项，接着在心轴零件中选择一圆柱面的中心轴线，再在主窗口中选择衬套零件的中心轴线。

5 单击“确定”按钮，此时装配模型的效果如图 7-71 所示。

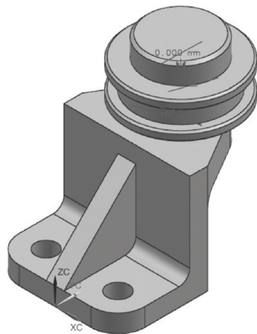


图 7-71　装配模型效果（定位约束好中心轴零件）

步骤 6　装配标准垫圈零件。

1 在资源条上单击“重用库”按钮以在资源板上打开“重用库”窗口。

2 从“重用库”窗口的“名称”列表框中选择“GB Standard Parts”|“Washer”|“Plain”选项，接着在“成员选择”栏的成员列表中选择“Washer，GB-T97_1—2002”成员，右击该成员，如图 7-72 所示，接着从弹出的快捷菜单中选择“添加到装配”命令，系统弹出“添加可重用组件”对话框。

3 在“主参数”选项组的“(S) Size”下拉列表框中选择“M10”，在“放置”选项组的“多重添加”下拉列表框中选择“无”选项，在“定位”下拉列表框中选择“通过约束”选项，在“每次操作的数量”文本框中输入“1”，如图 7-73 所示。



图 7-72　选择要添加到装配的垫圈成员

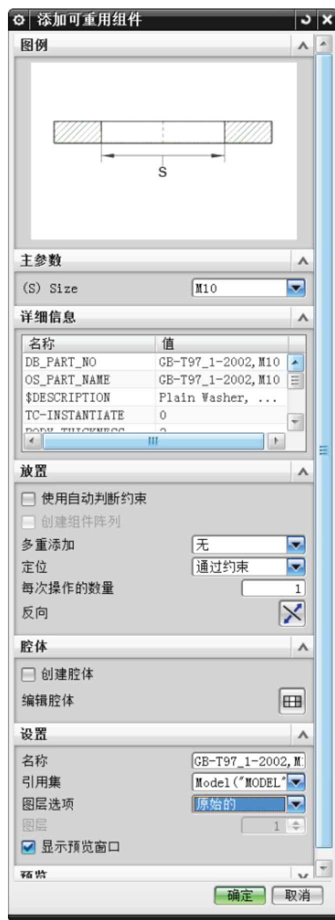


图 7-73　“添加可重用组件”对话框

4 在“添加可重用组件”对话框中单击“确定”按钮，弹出图 7-74 所示的“重新定义约束”对话框，从“约束”列表框中可以看出，需要在主模型中分别选择对象来完成定义“对齐”约束和“距离”约束。

5 在主窗口中选择心轴零件的一条轴线以完成“对齐”约束，接着再在托架零件上选择图 7-75 所示的一个面以与垫圈默认面形成距离约束，在“距离”选项组的“距离”文本框中设置“距离”值为“0”，在“要约束的几何体”选项组中单击“循环约束”按钮以获得所希望的“距离”约束效果，如图 7-76 所示。

6 单击“确定”按钮，装配定位垫圈的效果如图 7-77 所示。

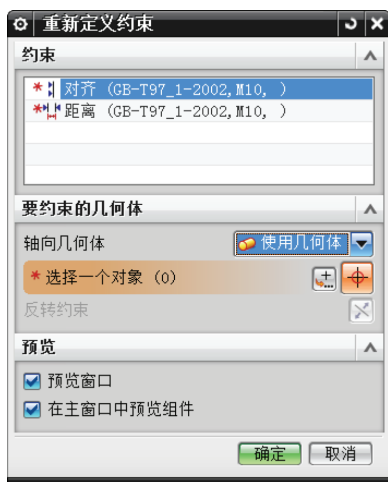


图 7-74 “重新定义约束”对话框

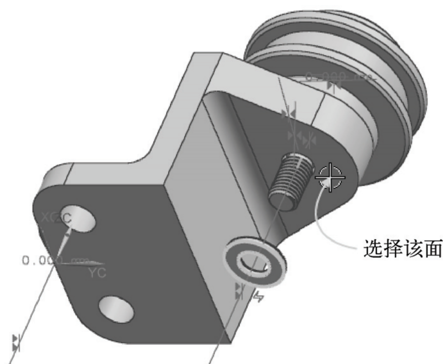


图 7-75 选择一个面作为距离约束的参照面

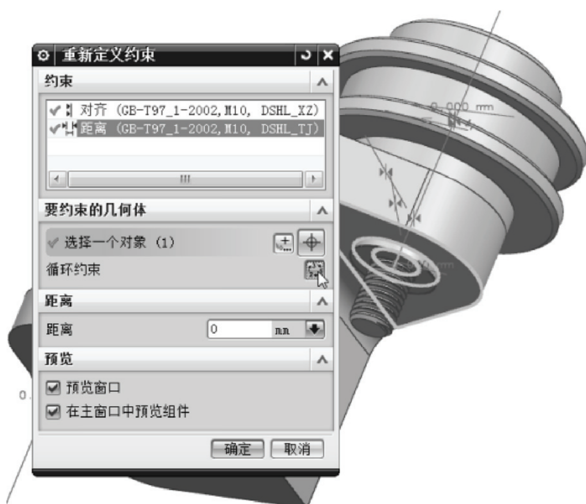


图 7-76 执行“循环约束”功能

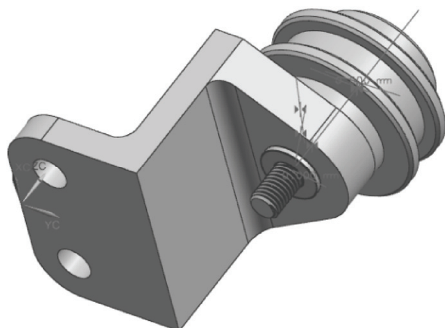


图 7-77 装配定位好垫圈

步骤 7 装配标准螺母零件。

1 从资源板“重用库”窗口的“名称”列表框中选择“GB Standard Parts”|“Nut”|“Hex”选项，接着在“成员选择”栏的成员列表中选择“Nut，GB-T6170_F-2000”成员，如图 7-78 所示，接着右击该成员，并从弹出的快捷菜单中选择“添加到装配”命令，系统弹出“添加可重用组件”对话框。

2 在“主参数”选项组的“(S) Size”下拉列表框中选择“M10”，在“放置”选项组的“多重添加”下拉列表框中选择“无”选项，在“定位”下拉列表框中选择“通过约束”选项，在“每次操作的数量”文本框中输入“1”，如图 7-79 所示。



图 7-78 从 GB 标准库中选择所需的螺母

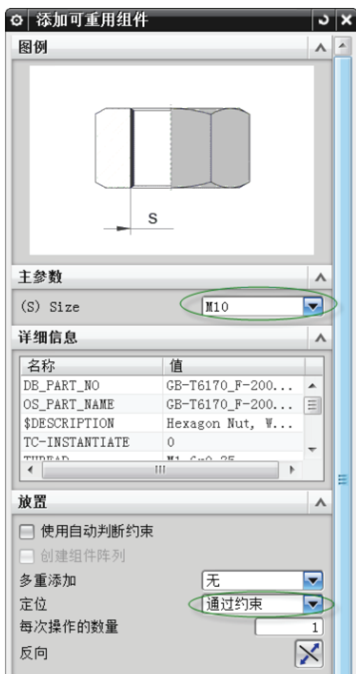


图 7-79 “添加可重用组件”对话框

3在“添加可重用组件”对话框中单击“确定”按钮，弹出图 7-80 所示的“重新定义约束”对话框和“组件预览窗口”（“重新定义约束”对话框“预览”选项组的“预览窗口”复选框控制着是否打开“组件预览窗口”），从“约束”列表框中可以看出，需要在主模型中分别选择对象来完成定义“距离”约束和“对齐”约束。

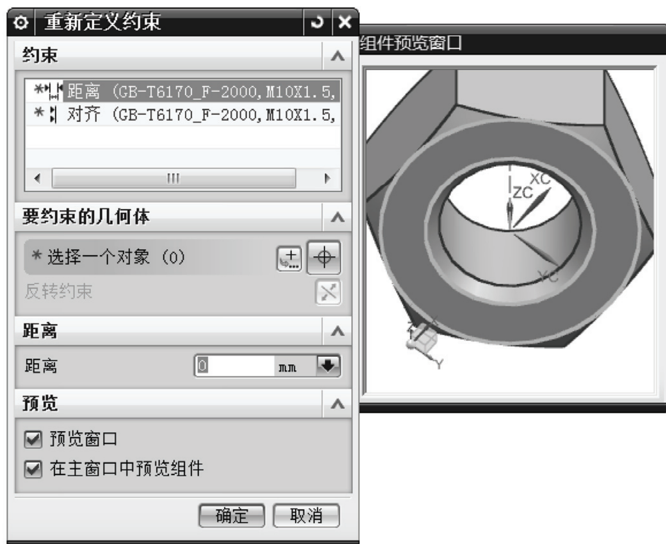


图 7-80 “重新定义约束”对话框等

4 在主窗口的主模型中单击垫圈的面 1 作为距离参照面，如图 7-81 所示，默认距离值为“0”；接着在主模型中选择心轴零件的一条中心轴线，如图 7-82 所示，此时预览的螺母装配效果不是所需要的。

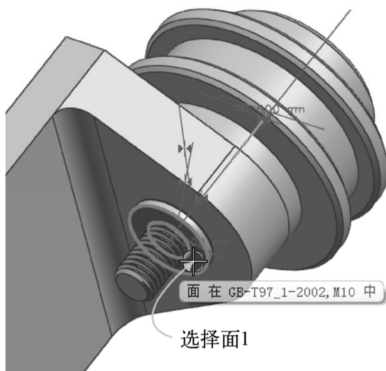


图 7-81　在垫圈中单击面 1

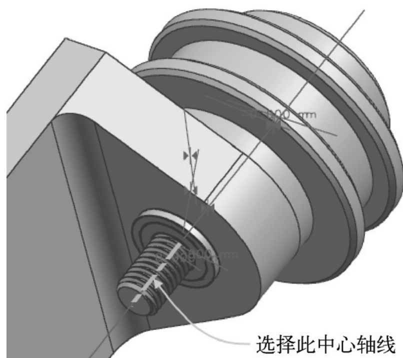


图 7-82　选择中心轴线对齐螺母

5 在“重新定义约束”对话框的“约束”列表框中选择“距离”约束，接着在“要约束的几何体”选项组中单击“循环约束”按钮，直到获得图 7-83 所示的装配效果。

6 单击“确定”按钮，完成低速滑轮装置的装配，效果如图 7-84 所示。

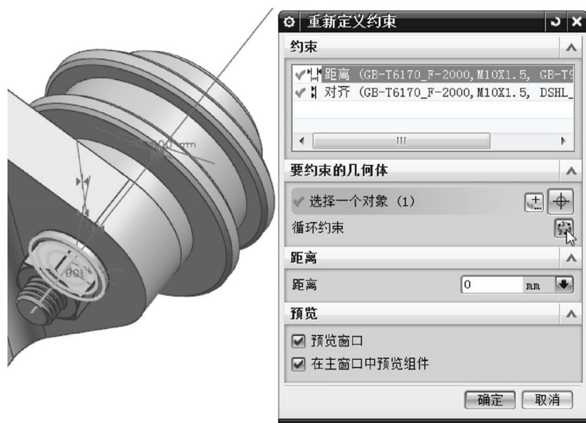
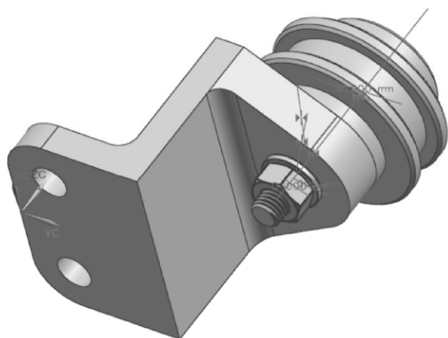


图 7-83　对“距离”约束进行循环约束切换


图 7-84　完成装配低速滑轮装置

步骤 8　保存文件。

在“快速访问”工具栏中单击“保存”按钮，或者按〈Ctrl+S〉快捷键，保存文件。

7.8　思考与上机练习

1）如何理解 UG NX 装配的这些常用术语：“NX 装配”“子装配”“组件对象”“组件部件”“引用集”“显示部件”和“工作部件”。

2）如何理解典型的装配设计方法？

3）装配约束的类型主要包括哪些？请简述这些装配约束的功能含义。

4）如何显示和隐藏约束？

5）使用装配导航器可以进行哪些主要的操作？

6）在什么情况下使用记住约束？

7）如何阵列组件和进行镜像装配？可以举例辅以说明。



8）上级操作：按照 7.7 节的步骤完成低速滑轮装置的装配，在该装配中创建所需要的爆炸图，并在爆炸图中绘制合适的追踪线。

第 8 章　工　程　图

本章导读：

在产品设计加工制造过程中，通常都需要二维工程图。UG NX 9.0 提供了功能强大的“制图”应用模块以满足二维出图的设计需要。

本章重点介绍基于 UG NX 9.0 的工程图创建，具体内容包括工程图基础、图纸页、创建各类视图、编辑视图、工程图尺寸标注与注释和机械零件工程图应用实例等。

8.1　工程图概述

工程图是产品工程的“技术性交流语言”，也就是将产品从概念设计到实际产品成型的一座桥梁和图形化描述语言，可以将设计者的设计意图传达给后续的设计环节，以生成符合设计要求的产品。

在 UG NX 9.0 中，使用“制图”应用模块提供的各种自动化制图工具可以快速而轻松地创建各类工程视图，以及为图样添加注释等。在“制图”应用模块中，允许直接利用已经建立好的 3D 实体模型或装配部件来创建并保存符合指定标准的工程图样。这些工程图样可以与模型完全关联，如果更改实体模型的特征尺寸和形状等，那么相应的工程图样也会自动地发生相应的变化。在“制图”应用模块中，还允许用户创建独立的 2D 图样。

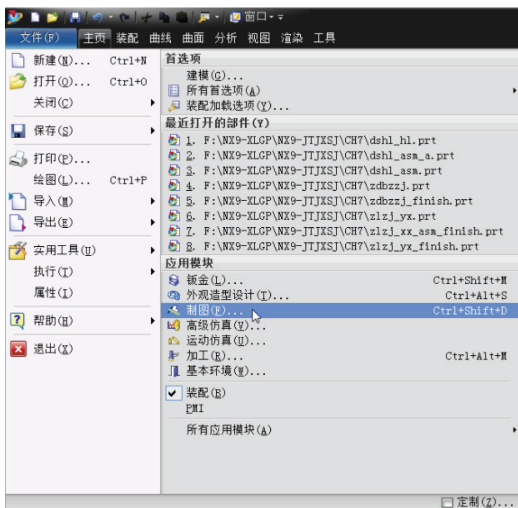


图 8-1　切换到“制图”应用模块

一个工程图部件可以含有许多图样，每张图样相当于工程图部件的一个分离的页，这就是图纸页的概念。

下面介绍 3 个工程图入门知识点：切换至“制图”应用模块、创建图样文件、利用 3D 模型进行 2D 制图的基本流程。

8.1.1 切换至“制图”应用模块

在 UG NX 9 中完成三维实体模型后，从功能区“文件”选项卡的“应用模块”选项组中选择“制图”命令，如图 8-1 所示，即可从“建模”等应用模块快速切换至“制图”应用模块，该应用模块将提供用于工程制图的相关工具命令。

8.1.2 创建图纸文件

进入“制图”应用模块进行二维工程图设计的另外一个典型操作就是创建单独的图纸文件。在“快速访问”工具栏中单击“新建”按钮，系统弹出“新建”对话框，切换到“图纸”选项卡，从“模板”列表框中选择所需的图纸模板，并注意单位设置，如图 8-2 所示。接着在“新文件名”选项组中指定名称和要保存到的文件夹，在“要创建图纸的部件”选项组中通过单击“浏览/打开”按钮来选择要创建图纸的部件，然后单击“确定”按钮，从而进入到“制图”应用模块。此时图纸文件中已经提供了一个预设样式的图纸用于制图工作。

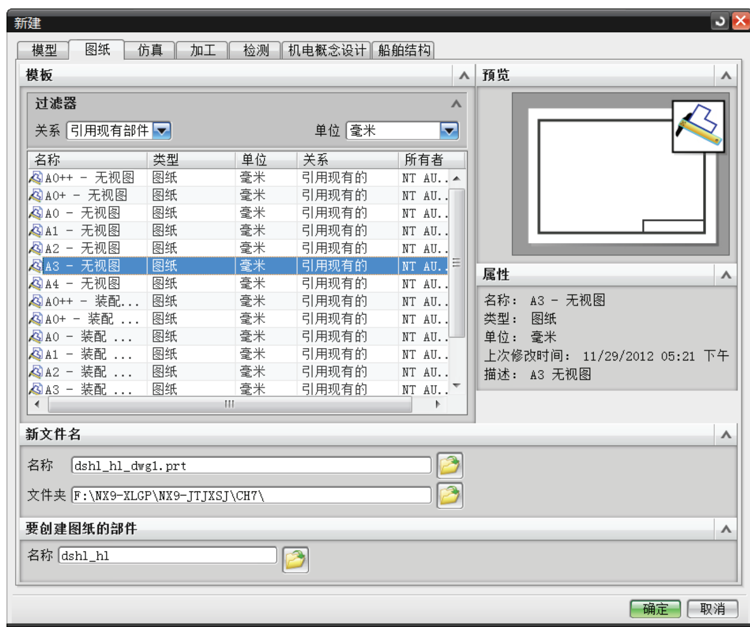


图 8-2 切换到“新建”对话框的“图纸”选项卡

8.1.3 利用 3D 模型进行制图的基本流程

通常在进行工程制图之前需要完成三维模型的设计工作，接着在三维模型的基础上便可



以应用“制图”应用模块来创建二维工程图了。下面简要地介绍利用创建好的 3D 模型进行工程制图的基本流程。

1．设置制图标准和制图首选项

在进行工程制图之前，应该设置好满足设计要求的新图纸制图标准、制图首选项等。如果制图标准或制图首选项不是所需要的，则要对它们进行设置（注意可以在进入“制图”应用模块后对它们进行设置操作），从而使以后创建的所有视图和注释都将保持一致（标准化、规范化），并具有适当的视觉特性和符号体系。

UG NX 9.0 提供了一组制图标准默认文件，允许用户根据已定义的国家或国际制图标准来配置特定注释和制图视图对象的外观。在“制图”应用模块的上边框条中单击“菜单”按钮菜单(M)并选择“工具”|“制图标准”命令，弹出图 8-3 所示的“加载制图标准”对话框；在“从以下级别加载”下拉列表框中选择一个级别（可供选择的级别有“出厂设置”“站点”“组”和“用户”），从“标准”下拉列表框中选择一个标准，如选择“GB（出厂设置）”，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可在当前 UG NX 会话中加载制图标准以重新配置注释和制图视图首选项。此外，在功能区“文件”选项卡中选择“实用工具”|“用户默认设置”命令，就会弹出“用户默认设置”对话框，如图 8-4 所示。在左窗格列表中选择“制图”节点下的相关子项，就可以为这些子项设置相应的制图默认设置，其中同样包括制图标准等。具体设置内容较多，这里不予介绍。用户默认设置通常影响着当前文件及此后创建的新文件，而制图首选项只会影响当前制图文件。要设置制图首选项，则在“制图”应用模块中单击“菜单”按钮菜单(M)并选择“首选项”|“制图”命令，接着利用弹出的“制图首选项”对话框对制图的相关首选项进行设置，包括各相关工作流、文字、直线/箭头、符号、前缀/后缀、层叠、图纸格式（图纸页和标题块）和视图等方面。对于初学者而言，制图的这些首选项采用默认设置即可。



图 8-3 “加载制图标准”对话框

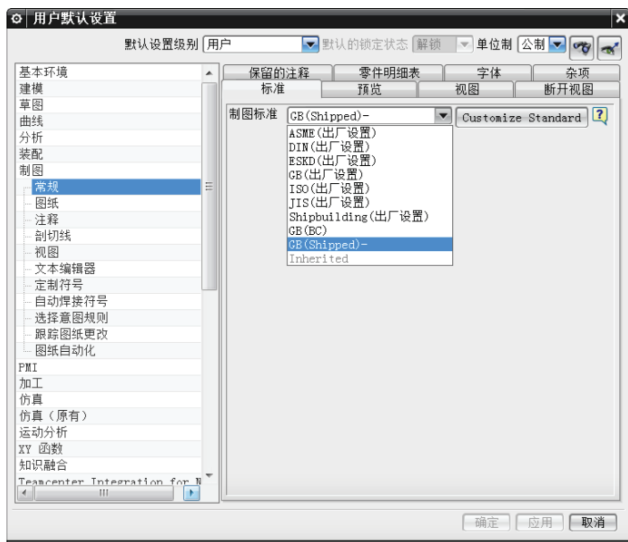


图 8-4 “用户默认设置”对话框

2．准备好或新建图纸页

有纸才能用笔在纸上绘制图形。如果没有图纸页，则新建图纸页，既可以直接在当前的工作部件中新建图纸页，也可以创建包含模型几何体（作为组件）的非主模型图纸部件来获得图纸页。

3．生成视图

在 UG NX 图纸页上，可以添加基本视图，也可以同时添加多个标准视图。在基本视图的基础上，根据需要添加投影视图、局部放大视图和剖视图等。所有视图直接由指定模型来生成。需要用户注意的是，添加的基本视图将确定所有投影视图的正交空间和视图对齐准则。

4．添加相关的注释

将视图添加到图纸上之后，即可以根据设计要求来添加相关注释，包括标注尺寸、注写表面结构要求、插入其他符号和注写文字等。在 UG NX 9.0 中，尺寸标注、符号等注释与视图中的几何体相关联。当移动视图时，相关联的注释也将随着视图一起移动；当模型被编辑时，尺寸标注和符号也会相应地更新以反映所作的更改。另外，在装配图样中还可以添加零件明细表等。

5．输出图样

通过打印机、绘图仪等输出设备将生成的工程图样输出。

8.2 图纸页

图纸页知识点包括新建图纸页、编辑图纸页、切换图纸页和删除图纸页。

8.2.1 新建图纸页

进入“制图”应用模块，如果要在当前工作部件中新建图纸页，则在功能区“主页”选项卡中单击“新建图纸页”按钮，系统弹出“图纸页”对话框。图纸页大小的设置方式有“使用模板”“标准尺寸”和“定制尺寸”3 种。

1．“标准尺寸”

在“图纸页”对话框的“大小”选项组中选择“标准尺寸”单选按钮，如图 8-5 所示，此时可以先在“设置”选项组的“单位”下选择“毫米”单选按钮或“英寸”单选按钮，而“大小”下拉列表框中的可选选项会根据图纸页的单位作出相应更改以匹配选定的度量单位。这里以设置图纸页的单位为毫米为例，从“大小”下拉列表框选择一种标准的公制图纸大小选项，如“A0—841×1189”“A1—594×841”“A2—420×594”“A3—297×420”“A4—210×297”“A0+—841×1635”或“A0++—841×2387”；从“比例”下拉列表框中选择一种默认的制图比例，或者选择“定制比例”选项来自行设置所需的制图比例；在“图纸页名称”文本框中接受默认的图纸页名称，或者输入新的图纸页名称（图纸页名称可以多达 30 个字符）；在“设置”选项组中指定投影方式（投影规则）为“第一角投影”或“第三角投影”，其中第一角投影符合我国的制图标准。

2．“使用模板”

在“图纸页”对话框的“大小”选项组中选择“使用模板”单选按钮，接着从图纸页模板列表框中选择一种图纸页模板，如“A0++—无视图”“A0+—无视图”“A0—无视图”“A1—无视图”“A2—无视图”“A3—无视图”和“A4—无视图”等。选择所需的图纸页模板时，UG NX 系统将在“预览”选项组的显示框内显示选定图纸页模板的预览，如图 8-6 所示。

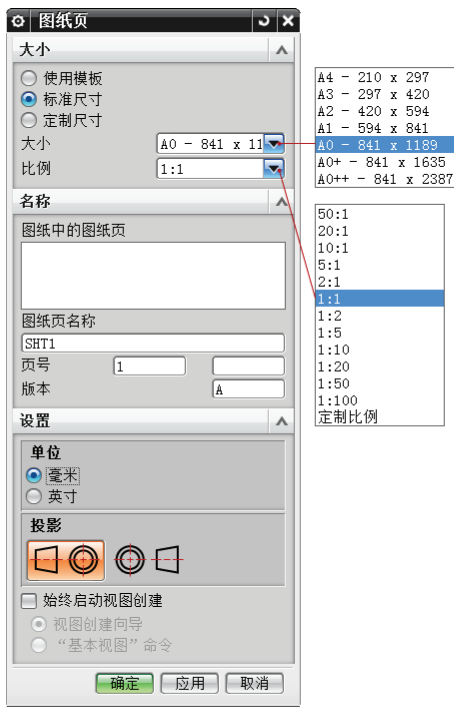


图 8-5　使用“标准尺寸”

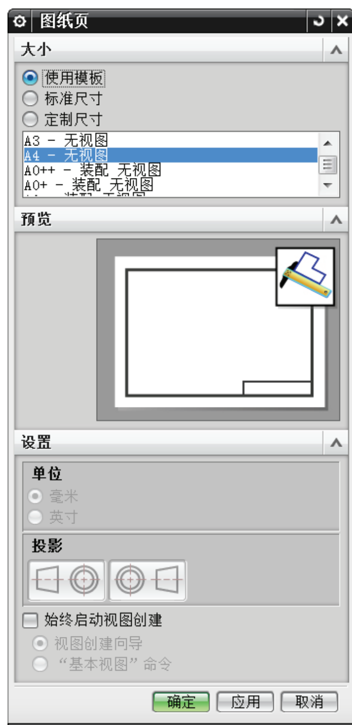


图 8-6　使用“使用模板”

3．“定制尺寸”

在“图纸页”对话框的“大小”选项组中选择“定制尺寸”单选按钮时，接着自行设置图纸高度、长度、比例、图纸页名称、页号、版本、单位和投影方式等，如图 8-7 所示。

定义好图纸页后，在“图纸页”对话框中单击“确定”按钮。接下来就是在图纸上创建和编辑具体的工程视图了。

如果要创建图纸并将其另存在一个独立的部件里，那么就可以单击“新建”按钮并在弹出的“新建”对话框的“图纸”选项卡中选择一个所需模板。

8.2.2　编辑图纸页

要编辑活动图纸页，则在功能区“主页”选项卡中单击“编辑图纸页”按钮，此时会弹出图 8-8 所示的“图纸页”对话框，接着在该对话框编辑活动图纸页的大小、比例、名称、度量单位和投影方式，然后单击“确定”按钮。



图 8-7 使用“定制尺寸”

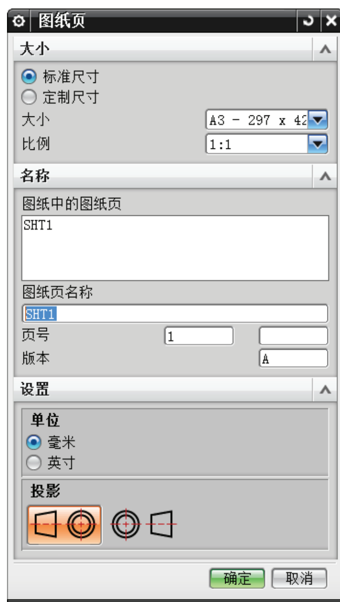


图 8-8 “图纸页”对话框

还有一种值得推荐的快捷方式用于编辑图纸页，即直接在图形窗口中双击图纸页的虚线边界，系统便弹出“图纸页”对话框，用于编辑当前活动图纸页。

8.2.3 切换图纸页

创建多个图纸页后，会涉及打开其他图纸页的操作。

在部件导航器中会列出当前图纸上所创建的图纸页名称（标识），正处于活动工作状态的图纸页会被注上“工作的-活动的”字样。此时要打开其他图纸页，可以在部件导航器中右击它，接着从弹出的快捷菜单中选择“打开”命令，如图 8-9 所示，所打开的图纸页变为活动工作状态。用户也可以通过在部件导航器中双击所需的一个图纸页来快速打开它。

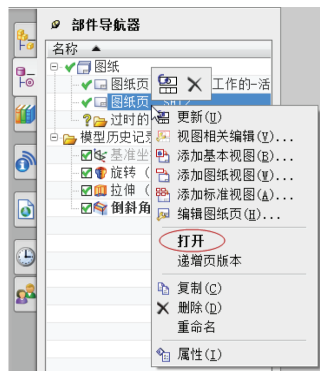


图 8-9 打开图纸页的操作

8.2.4 删除图纸页

要删除某个图纸页，则可以在部件导航器中查找到要删除的图纸页标识并右击该图纸页标识，然后从弹出的快捷菜单中选择“删除”命令，即可删除所指定的图纸页。

8.3 创建视图

设定制图基本参数、图幅和图纸页以后，便可以开始在图纸上创建各种视图来表达三维模型了。用户可以根据模型形状和结构特点，创建所需的一个视图或由多个视图组合成的视图，这些视图可以是基本视图、投影视图、剖视图、半剖视图、旋转剖视图、折叠剖视图、局部剖视图和断开视图等。本节介绍其中一些常用的视图创建方法。

8.3.1 基本视图

基本视图是指特征模型的各种向视图和轴测图，如俯视图、前视图、右视图、后视图、仰视图、左视图、正等测图和正三轴测图，该视图既可以作为一个独立的视图，也可以作为后续其他视图的父视图。通常情况下，在一个工程视图中至少包含一个基本视图。

要创建基本视图，则在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“基本视图”按钮，弹出“基本视图”对话框，如图 8-10 所示。该对话框各选项组的功能含义如下。

1．“部件”选项组

“部件”选项组用于指定要生成（添加）基本视图的零部件。如果是在“建模”应用环境完成三维模型建模后切换至“制图”应用模块，那么 UG NX 就会自动捕捉到该部件。对于新建的制图文件，用户可根据设计情况来手动添加部件来产生其相应的基本视图，其方法是在图 8-11 所示的“部件”选项组中单击“打开”按钮，利用弹出的“部件名”对话框选择所需的部件来打开并将它作为要产生基本视图的零部件。用户也可以从“部件”选项组的“已加载的部件”列表框或“最近访问的部件”列表框中选择所需的一个部件。“已加载的部件”列表框显示所有已加载部件的名称，“最近访问的部件”列表框则显示由“基本视图”命令使用的最近加载的部件名称。

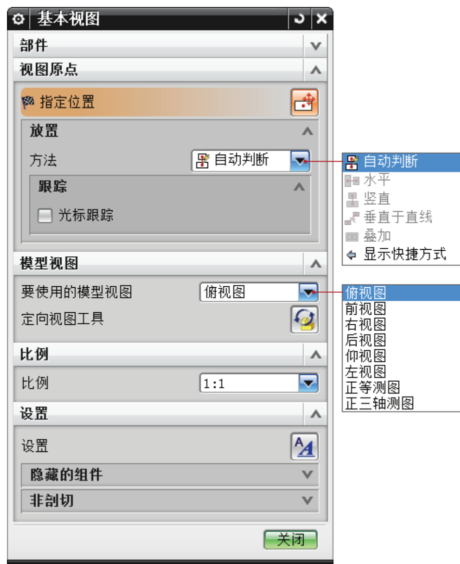


图 8-10 “基本视图”对话框

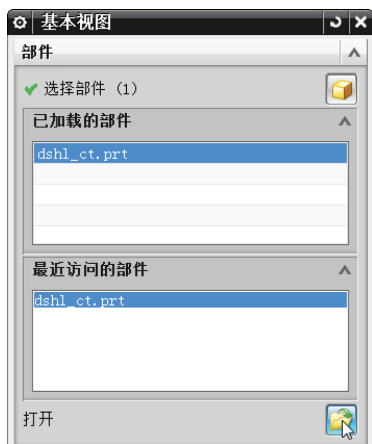


图 8-11 “部件”选项组

2．“视图原点”选项组

“视图原点”选项组主要用来确定视图的放置位置，该选项组提供“位置”按钮和“放置”子选项组。单击“位置”按钮，可以通过鼠标指针在图纸页上单击的方式来确定视图的位置。视图的确定位置与放置方法有关，放置方法可以为“自动判断”“水平”“竖直”“垂直于直线”和“叠加”。

3．“模型视图”选项组

“模型视图”选项组的“要使用的模型视图”下拉列表框用于设定要添加的基本视图类

型，共有 8 种预定义的基本视图类型，包括“俯视图”“前视图”“右视图”“后视图”“仰视图”“左视图”“正等测图”和“正三轴测图”。用户还可以在该选项组中单击“定向视图工具”按钮，弹出“定向视图工具”对话框（见图 8-12 所示）和“定向视图”窗口（见图 8-13 所示），两者配合使用以调整视图的方向和位置。



图 8-12 “定向视图工具”对话框

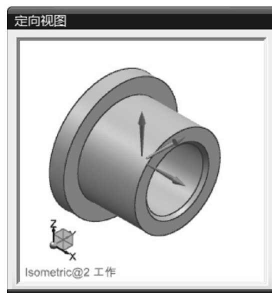


图 8-13 “定向视图”窗口

4．“比例”选项组

“比例”选项组用于设置视图比例（将影响后续生成的正交或轴测投影视图），此比例值可以不同于在图纸页生成时设置的原始图幅比例。在该选项组的“比例”下拉列表框中可以选择一个定制比例，如“10∶1”“5∶1”“2∶1”“1∶1”“1∶2”“1∶2”“1∶5”或“1∶10”，还可以选择“比率”选项以自行设定一个比例值，或选择“表达式”选项将视图比例关联到表达式中。

5．“设置”选项组

“设置”选项组主要用于设置相关样式、隐藏的组件和非剖切（主要针对装配图纸）。例如，在该选项组中单击“设置”按钮，弹出图 8-14 所示的“设置”对话框，从中设置与公共信息、基本/图纸、视图相关的样式。

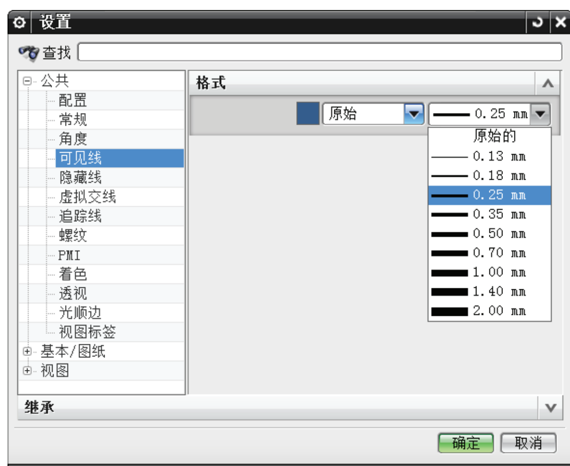


图 8-14 “设置”对话框

8.3.2 投影视图

投影视图是基于父项视图沿着某一个方向通道投影得到的视图。当在图纸页上创建好一

个基本视图后，便可以选择该基本视图作为父项视图来创建相应的投影视图。

在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“投影视图”按钮，就会弹出“投影视图”对话框，如图 8-15 所示。该对话框各选项组的功能含义如下。

1．“父视图”选项组

“父视图”选项组用于指定要创建投影视图的父项视图。UG NX 系统默认上一步添加的视图作为父视图。用户可以在该选项组中单击“父视图”按钮来重新选择父视图进行投影。

2．“铰链线”选项组

“铰链线”选项组用于指定铰链线（铰链线垂直于投影方向）。在该选项组中选定矢量选项，并可以设置是否反转投影方向等。默认的矢量选项为“自动判断”，另外还可以将矢量选项设置为“已定义”。选择“已定义”矢量选项时，用户可以利用提供的矢量工具指定铰链线具体的方向。

3．“视图原点”选项组

“视图原点”选项组主要用来确定投影视图的放置位置，其主要设置与创建基本视图的设置相同，这里不再赘述。在该选项组的“移动视图”子选项组中单击“移动视图”按钮，可以通过指定屏幕位置来移动当前投影视图。

4．“设置”选项组

“设置”选项组用于设置相关样式和非剖切情形。

打开“投影视图”对话框并指定父视图后，铰链线、投影方向和投影视图便根据鼠标光标的位置显示出来了，将光标移动到某个合适位置后单击即可生成投影视图，如图 8-16 所示。通过“视图原点”选项组的放置方法等可以精确定位投影视图。可以连续在不同的投影方向上为同一个父视图创建不同的投影视图，最后单击“关闭”按钮。

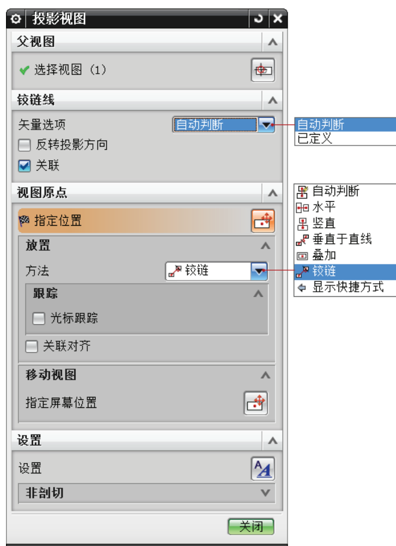


图 8-15 “投影视图”对话框

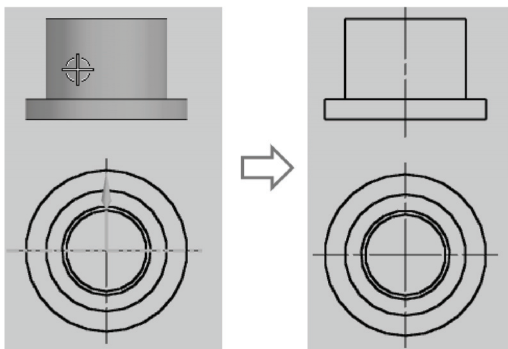


图 8-16 创建投影视图

8.3.3 全剖视图

剖视图主要用于描述机件被移除某部分后所展示的内部结构。用剖切面完全地剖开机件

所得的简单剖视图为全剖视图。

要创建全剖视图，则在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“剖视图”按钮，弹出图 8-17a 所示的“剖视图”工具栏（当已有视图为 1 个时）或图 8-17b 所示的“剖视图”工具栏（具有两个或以上已有视图时），接着指定一个视图作为父视图，此时“剖视图”工具栏提供包括定义铰链线和截面线在内的工具，如图 8-17c 所示。利用“剖视图”工具栏中的相关工具分别定义铰链线、剖切位置和设置相关样式，并指定在图纸页上放置剖视图的中心位置即可。



图 8-17 “剖视图”工具栏

a) 当前图纸页仅有一个视图时 b) 已有多个视图时 c) 指定父视图后

请看以下一个创建全剖视图的操作范例。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，弹出“打开”对话框，选择“CH8\qpst_x.prt”，单击“OK”按钮。确保进入“制图”应用模块，当前图纸页上已经创建有一个基本视图。

2 在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“剖视图”按钮，接着选择已有的基本视图作为父视图。

3 在上边框条的选择条中确保选中“圆弧中心”点捕捉模式按钮，在已有视图中捕捉选择图 8-18 所示的圆心位置以自动判断并定义剖切位置。

4 在“剖视图”工具栏的“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，在左窗格中选择“公共”主类别下的“可见线”，接着在右窗格区域的“线宽”下拉列表框中选择“0.25mm”，单击“确定”按钮。

5 在“指示图纸页上剖视图的中心”的提示下，在主视图正右方的合适位置处单击以放置该全剖视图，如图 8-19 所示，最后按〈Esc〉键结束命令。

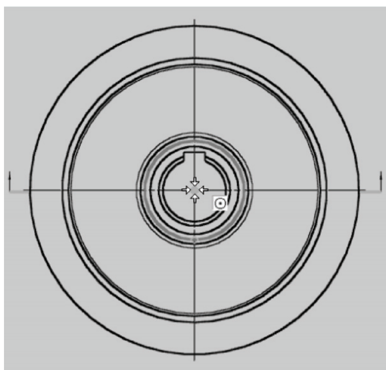


图 8-18 选择圆心间接定义剖切位置

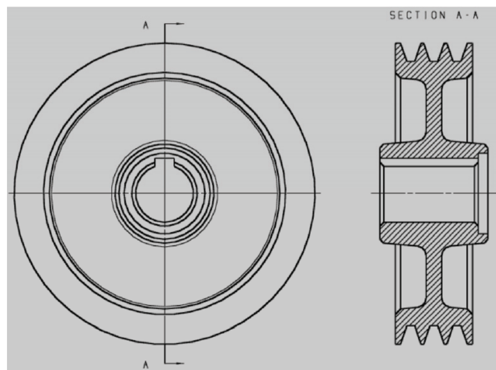


图 8-19 完成创建全剖视图

8.3.4 半剖视图

半剖视图也是一种较为常用的剖视图。当机件具有对称平面时，向垂直于对称平面的投影面上投影所得的图形，可以以对称中心线为界，一半画成视图，另一半画成剖视图，这种组合的图形被称为半剖视图。可以说半剖视图相当于把机件的一半剖切而另一半不剖切。由于半剖视图既充分地表达了机件对称的一半的内部形状，又保留了机件对称的另一半的外部形状，所以常采用它来表达内外部形状都比较复杂的对称机件。

创建半剖视图的方法步骤和创建全剖视图的方法步骤类似，只是半剖视图还需要指定剖切折弯位置以定义对称平面。下面结合一个范例介绍如何创建半剖视图。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，弹出“打开”对话框，选择本书配套光盘提供的素材文件“CH8\bpst_x.prt”，单击“OK”按钮将该文件打开。

2 确保进入“制图”应用模块，在功能区“主页”选项卡的“视图”面板中单击“半剖视图”按钮，系统弹出图 8-20 所示的“半剖视图”工具栏。

3 选择图 8-21 所示的一个视图作为要剖切的父视图，此时“半剖视图”工具栏如图 8-22 所示。



图 8-20 “半剖视图”工具栏（1）

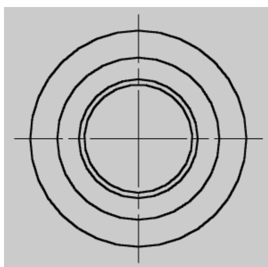


图 8-21 选择要父视图



图 8-22 “半剖视图”工具栏（2）

4 在上边框条的选择条中确保“圆弧中心”按钮处于被选中的状态，在父视图中捕捉并选择图 8-23 所示的圆心以定义一个剖切位置。

5 自动捕捉并选择图 8-24 所示的一个圆心（可以捕捉选择和上步骤同样的圆心）以定义折弯位置。

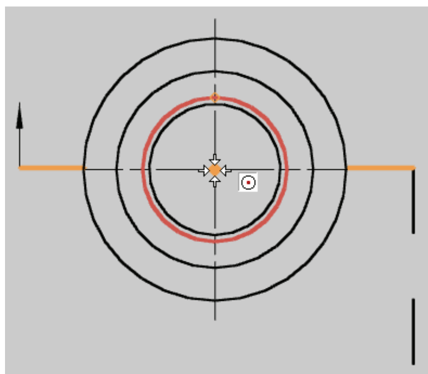


图 8-23 定义剖切位置

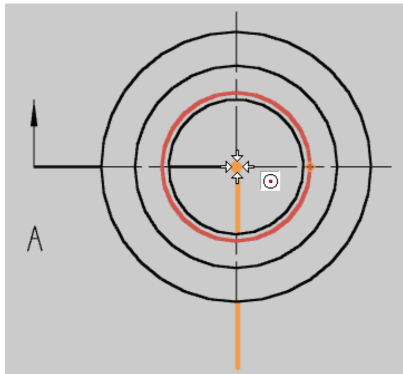


图 8-24 定义剖切折弯位置

6 在“半剖视图”工具栏的“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，然后在左窗格中选择“公共”主类别下的“可见线”，接着在右窗格区域的“线宽”下拉列表框中选择“0.25mm”，单击“确定”按钮。

7 相对于父视图移动鼠标指针以确定剖切线符号的方位（确定了投影通道和要剖切的那一半），如图 8-25 所示。剖切线符号也称截面线符号，包括一个箭头、一个折弯和一个剖切段。

8 在所需投影通道（投影方向）上的合适位置处单击以放置视图，结果如图 8-26 所示。在“半剖视图”工具栏中单击“关闭”按钮。

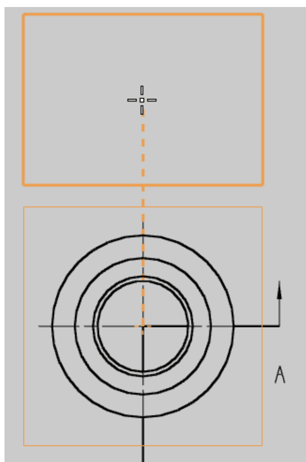


图 8-25　移动鼠标指针确定剖切线符号的方位

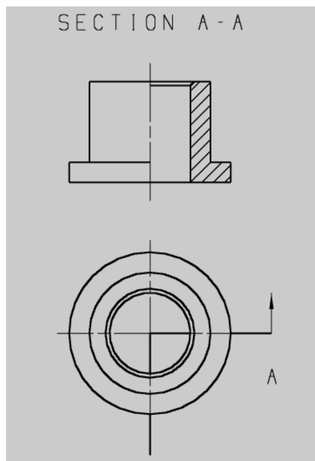
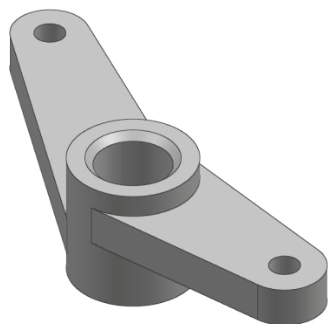


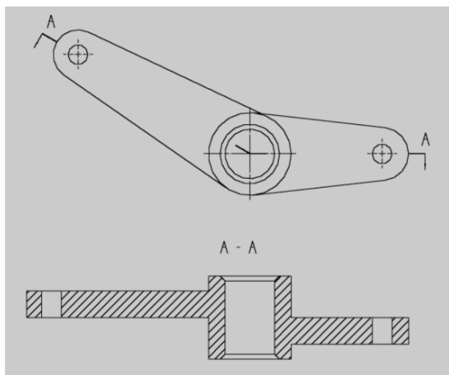
图 8-26　完成创建半剖视图

8.3.5 旋转剖视图

旋转剖视图是指用两个成角度的剖切面剖开机件以表达机件内部形状的视图，实际上是绕一轴旋转剖切。旋转剖视图的创建实例效果如图 8-27 所示。下面以该实例来介绍创建旋转剖视图的基本操作步骤。



a)



b)

图 8-27　旋转剖视图实例效果

a) 关联实体模型　b) 创建有旋转剖视图



1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，弹出“打开”对话框，选择本书配套光盘提供的素材文件“CH8\xzpst_x.prt”，单击“OK”按钮，打开的文件中已有图 8-28 所示的图纸页和一个基本视图。

2 确保切换至“制图”应用模板，在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“旋转剖视图”按钮，打开“旋转剖视图”工具栏。

3 在图纸页中选择基本视图作为父视图。此时，“旋转剖视图”工具栏提供的工具按钮如图 8-29 所示。

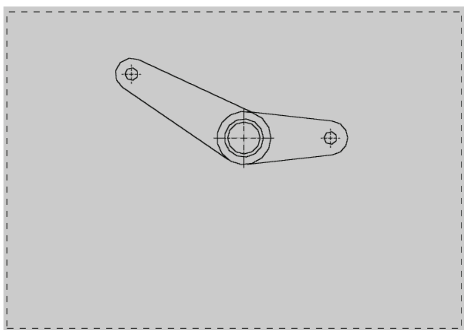


图 8-28　原始图纸页和基本视图



图 8-29　“旋转剖视图”工具栏

4 定义旋转点。可以使用自动判断的点来定义旋转点，如图 8-30 所示（该例指定一个圆心作为旋转点）。

5 定义段的新位置 1，如图 8-31 所示。

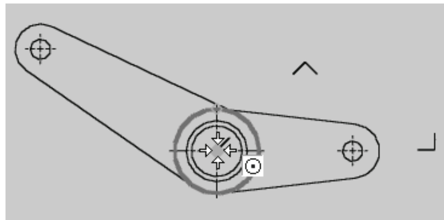


图 8-30　定义旋转点

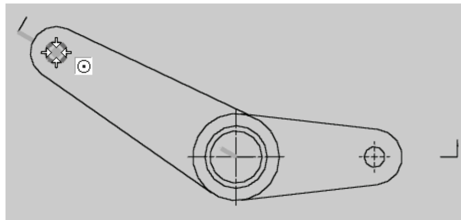


图 8-31　定义段的新位置 1

6 定义段的新位置 2，如图 8-32 所示。

7 指示图纸页上剖视图的中心，如图 8-33 所示，在欲放置旋转剖视图的区域单击即可确定该旋转剖视图的放置中心点，从而完成该旋转剖视图的创建。

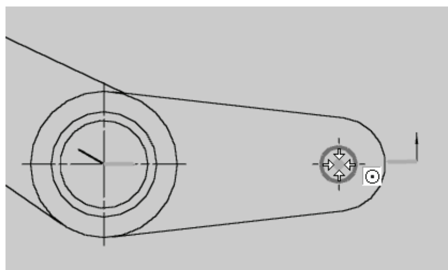


图 8-32　定义段的新位置 2

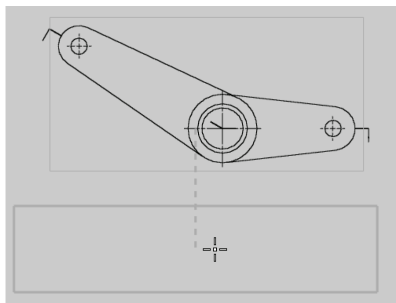


图 8-33　指示图纸页上剖视图的中心

8.3.6 局部剖视图

局部剖视图是使用剖切面局部剖开机件的某个区域来形成的剖视图，是通过移除机件某个局部区域的材料来查看内部结构视图的表达形式。用户需要了解创建局部剖视图的这些注意事项：只有局部剖视图的平面剖切面才可以添加剖面线；可以使用草图曲线（该草图曲线通常适用于 2D 图纸平面）或基本曲线创建局部剖边界，如果要在其他平面中创建局部剖视图的边界曲线，那么必须展开/扩展视图并创建所需的基本曲线；如果要使用样条作为局部剖视图的边界曲线，那么样条类型必须是“通过点”或“根据极点”；不能选择旋转视图作为局部视图的候选对象。

在“制图”应用模块中，从功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“局部剖视图”按钮，弹出图 8-34 所示的“局部剖”对话框。下面对该对话框各组成元素进行简要的介绍。

- “创建”单选按钮：用于激活局部剖视图创建步骤。
- “编辑”单选按钮：用于开始编辑修改现有的局部剖视图。
- “删除”单选按钮：用于从主视图中移除局部剖。选择此单选按钮时，“局部剖”对话框提供的工具、选项如图 8-35 所示，其中“删除断开曲线”复选框用于确定是否删除视图中的边界曲线。

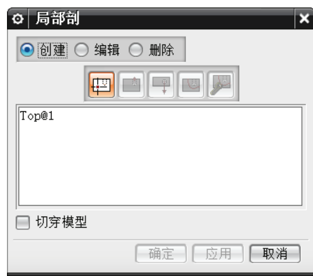


图 8-34 “局部剖”对话框



图 8-35 选择“删除”单选按钮

- “创建步骤”工具组：“创建步骤”工具组用于通过互动的方式指导用户创建局部剖视图。“创建步骤”工具组提供的按钮如表 8-1 所示。

表 8-1 “创建步骤”工具组提供的按钮

序号	按钮	名　　称	功 能 用 途	备 注 说 明
1		选择视图	在当前图纸页上选择将要显示局部剖的视图	选择一个生成局部剖的视图
2		指出基点	指定局部剖视图的基点	基点是局部剖曲线（闭环）沿着拉伸矢量方向扫掠的参考点，基点还用作不相关局部剖边界曲线的参考（不相关是指曲线以前与模型不相关）；如果基点发生移动，不相关的局部剖曲线也随着基点一起移动
3		指出拉伸矢量	UG NX 提供并显示一个默认的拉伸矢量，它与视图平面垂直并指向观察者	矢量反向反转拉伸矢量的方向，视图法向将默认矢量重新建立为拉伸矢量
4		选择曲线	可以定义局部剖的边界曲线	可以手动选择一条封闭的曲线环，或让 NX 自动闭合开口的曲线环
5		修改边界曲线	可以编辑用于定义局部剖边界的曲线	可选步骤

● “视图选择”列表框：列出当前图纸页上所有可用作局部剖视图的视图。用户既可以在该列表框中选择一个所需的视图，也可以直接在图纸页上选择所需的视图。

● “切穿模型”复选框：勾选此复选框时，局部剖会切透整个模型。

下面结合范例介绍如何创建局部剖视图。

1．创建用于定义局部剖视图的边界曲线

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，弹出“打开”对话框，选择本书配套光盘提供的素材文件“CH8\jbpst_x.prt”，然后单击“OK”按钮将该文件打开。此文件中已经存在着图 8-36 所示的 4 个视图。

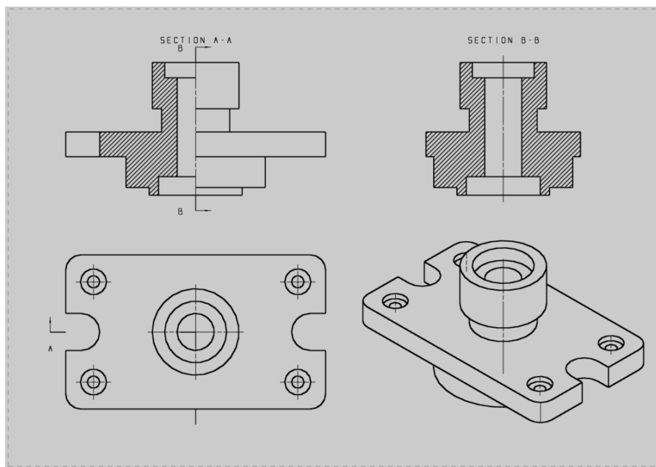


图 8-36　文件中已有的 4 个视图

2 在图纸页上选择要进行局部剖视的一个视图，接着右击并从弹出的快捷菜单中选择“展开”命令，如图 8-37 所示，从而进入该视图的扩展环境。

3 在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“工具”|“定制”命令，利用“定制”对话框的“命令”选项卡将“曲线”级联菜单添加到“插入”菜单中，然后使用“曲线”级联菜单中的相关曲线工具创建与视图相关的曲线来表示局部剖的边界。在本例中，选择“曲线”级联菜单中的“艺术样条”命令，绘制图 8-38 所示的闭合样条曲线，然后右键单击视图背景，从弹出的快捷菜单中再次选择“展开”命令。

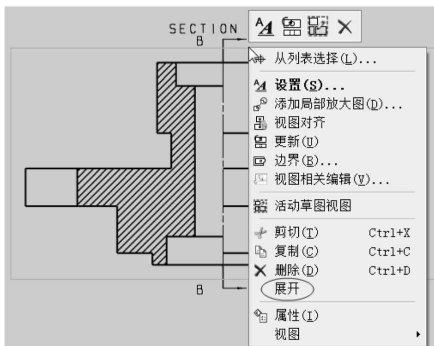


图 8-37　右击视图并选择“展开”命令



图 8-38　绘制闭合样条曲线

用户也可以不用进入视图的扩展环境绘制边界曲线，而是在选定的要进行局部剖视的视图上单击鼠标右键，并从弹出的快捷菜单中选择“活动草图视图”命令，接着使用功能区“主页”选项卡的“草图”组中的有效草图工具（如“艺术样条”按钮）绘制所需的边界曲线。绘制好边界曲线后单击“完成草图”按钮，完成草图的绘制。

2．创建局部剖视图

1 在功能区“主页”选项卡的“视图”面板中单击“局部剖视图”按钮，弹出“局部剖”对话框。

2 在“局部剖”对话框中选择“创建”单选按钮，接着选择一个要生成局部剖的视图（即选择提前在其中绘制曲线的一个视图）。

3 定义基点。可以从图纸页上的任意视图中选择一个基点。在本例中，在图 8-39 所示的一个视图中选择一个沉孔圆的圆心作为基点。

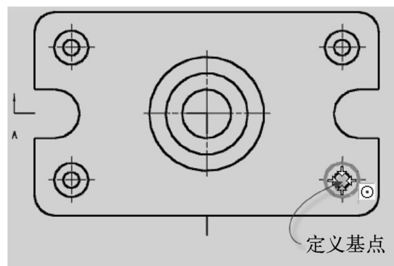


图 8-39 选择一个基点

4 视图中显示基点和默认的拉伸矢量方向。如果默认的视图法向矢量不符合要求，可以单击“矢量反向”按钮反向矢量方向，或者从“矢量”下拉列表框中选择一个选项来指定不同的拉伸矢量。在本例中，接受默认的拉伸矢量方向。

5 单击鼠标中键以转至“选择曲线”步骤，即切换到使“选择曲线”按钮处于被选中的状态。

6 在图纸页上选择之前绘制的样条曲线作为局部剖的边界曲线，如图 8-40 所示。

7 切换至“修改边界曲线”状态，对于在扩展环境下绘制的样条曲线，此时可以修改该样条边界曲线的形状，在本例中不用修改边界曲线。对于选用在活动草图视图环境下绘制的某些艺术样条作为边界曲线的情形，则此时该边界曲线会不可编辑。

8 在“局部剖”对话框中单击“应用”按钮，完成创建局部剖视图的效果如图 8-41 所示。

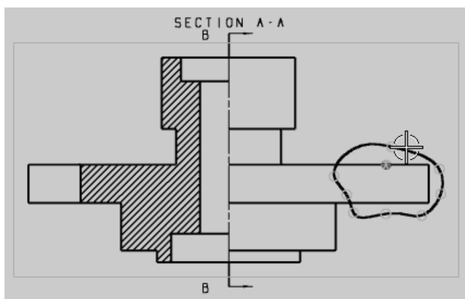


图 8-40 选择样条曲线

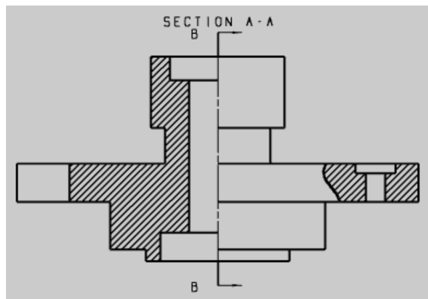


图 8-41 完成创建局部剖视图的效果

8.3.7 局部放大图

局部放大图是将现有视图的某个具有细小特征或结构的部位单独放大，并建立一个新的

局部视图，以便显示模型结构，以满足后续标注注释的需要。局部放大图与其父视图是完全关联的，对模型几何体所做的任何更改都将立即反映到局部放大图中。

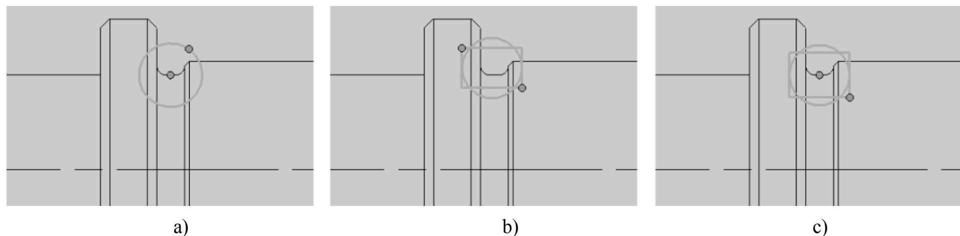
在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“局部放大图”按钮，弹出“局部放大图”对话框，如图 8-42 所示。下面对“局部放大图”对话框各选项组的功能含义进行介绍。



图 8-42 “局部放大图”对话框

1.“类型”选项组

在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中可以选择“圆形”“按拐角绘制矩形”或“按中心和拐角绘制矩形”以定义局部放大图在父视图上的边界类型（标签边界形状）。这 3 种类型的图例如图 8-43 所示。



a) b) c)

图 8-43 定义局部放大图边界的 3 种类型

a)“圆形” b)“按拐角绘制矩形” c)“按中心和拐角绘制矩形”

2．“边界”选项组

“边界”选项组提供了相应的点构造器和“点选项”下拉列表框，以配合边界类型来定义在父视图上指定要放大的区域边界。当在“类型”选项组中选择“圆形”选项时，“边界”选项组要求“指定中心点”和“指定边界点”来定义圆形边界；当在“类型”选项组中选择“按拐角绘制矩形”选项时，“边界”选项组要求“指定拐角点 1”和“指定拐角点 2”来定义矩形边界；当在“类型”选项组中选择“按中心和拐角绘制矩形”选项时，“边界”选项组要求“指定中心点”和“指定拐角点”来定义矩形边界。

3．“父视图”选项组

“父视图”选项组中的“选择视图”按钮用于进行父视图的选择。注意，在指定局部放大图边界时，系统会根据指定的相关参照点自动判断父视图。

4．“原点”选项组

“原点”选项组主要用于指定局部放大图的放置位置，并可以通过移动视图的工具在操作局部放大图的过程中移动现有视图。

5．“比例”选项组

“比例”选项组用于设置局部放大图的比例。默认的局部放大图的比例因子大于父视图的比例因子。

6．“父项上的标签”选项组

“父项上的标签”选项组用于设置父项上的标签形式，可供选择的标签形式有“无”、“圆”、“注释”、“标签”、“内嵌”和“边界”。

- “无”：无边界。
- “圆”：圆形边界，无标签。
- “注释”：有标签但无指引线的边界。
- “标签”：有标签和半径指引线的边界。
- “内嵌”：标签内嵌在带有箭头的缝隙内的边界。
- “边界”：显示实际视图边界。例如，没有标签的局部放大图。

7．“设置”选项组

“设置”选项组用于修改与局部放大图相关的相关样式等。

下面讲解一个创建局部放大图的操作范例。

1 在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮，弹出“打开”对话框，然后选择本书配套光盘提供的素材文件“CH8\jbfdt.prt”，单击“OK”按钮。该文件已有的视图如图 8-44 所示。

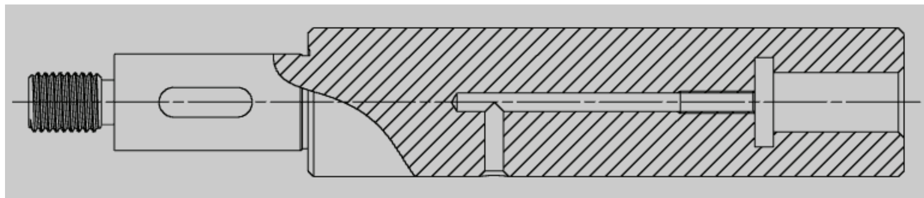


图 8-44 已有的视图

2 在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“局部放大图”按钮，弹出“局部放大图”对话框。

3 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“圆形”选项。

4 在已有视图中单击图 8-45 所示的位置 1 指定圆形边界的中心点，单击位置 2 指定边界点，从而绘制一个圆形边界。

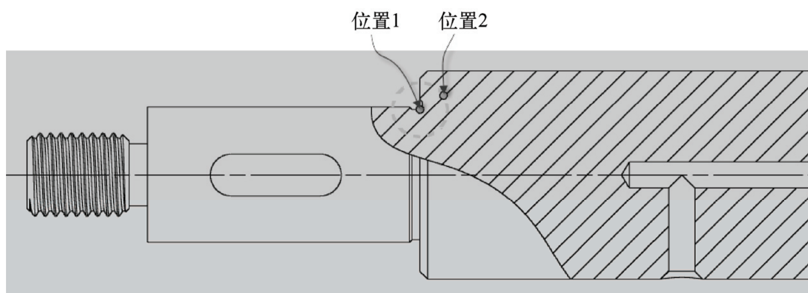


图 8-45 绘制局部放大边界范围

5 在“比例”选项组的“比例”下拉列表框中选择“5：1”。

6 在“父项上的标签”选项组的“标签”下拉列表框中选择“标签”选项以定义在父项上使用有标签和半径指引线的边界。

7 在图纸页上的合适位置单击以放置视图，结果如图 8-46 所示。

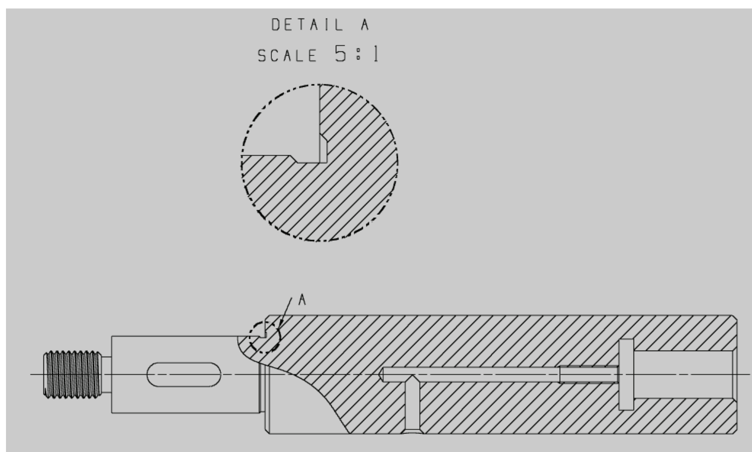


图 8-46 创建局部放大图的完成结果

8 在“局部放大图”对话框中单击“关闭”按钮。

8.4 编辑视图

在图纸页上创建了各类工程视图后，有时为了使工程视图符合指定的标准规范，或者使页面美观、整齐有序等，便需要用到编辑视图操作。本节介绍的编辑视图操作包括移动/复制视图、视图对齐、删除视图、隐藏和显示视图中的组件、更新视图和修改剖面线等。

8.4.1 移动/复制视图

在 UG NX 9.0 中，通过“移动/复制视图”工具命令可以将指定视图从当前图纸页的当前位置移动或复制到当前图纸页上的其他位置处，也可以将指定视图移动或复制到另一个图纸页上。当复制视图时，视图的注释（包括尺寸、标记等）可连同所有视图相关编辑都被复制到新的视图中。

要移动或复制视图，则在功能区“主页”选项卡的“视图”面板中单击“移动/复制视图”按钮，打开图 8-47 所示的“移动/复制视图”对话框和跟踪条。在视图列表框中或在图纸页上选择要移动的视图，如果不满意当前选择的视图，那么可以在“移动/复制视图”对话框中单击“取消选择视图”按钮，再重新选择要移动或复制的视图。选择视图后，通过设置“复制视图”复选框的状态可以确定是否复制视图，在默认情况下，“复制视图”复选框处于未勾选状态，即 UG NX 系统初始默认的是移动视图操作，而没有复制视图。选择视图并设置“复制视图”复选框状态后，接下去便是设置移动/复制视图的方式，以及进行移动/复制视图的具体操作。移动/复制视图的方式有 5 种，后文会稍作介绍。这里先介绍一下“距离”复选框及其文本框的作用。“距离”复选框用于设置是否启用距离控制功能，如果勾选此复选框并在其相应的文本框中输入距离值，则可以精确地沿着指定方向移动或复制视图，即会精确控制视图的位置。

- “至一点”按钮：通过指定一点的方式将选定视图移动或复制到某指定点。
- “水平”按钮：沿水平方向移动或复制选定的视图。
- “竖直”按钮：沿竖直方向移动或放置选定的视图。
- “垂直于直线”按钮：选择要移动或复制的视图后，单击此按钮，需要选择参考直线，以沿垂直于该参考直线的方向移动或复制所选定的视图。
- “至另一图纸”按钮：存在多个图纸页时，该按钮才可用。在指定要移动或复制的视图后，单击此按钮，则弹出图 8-48 所示的“视图至另一图纸”对话框，从该对话框的可用图纸页列表框中选择目标图纸，然后单击“确定”按钮，从而将所选的视图移动或复制到目标图纸上。



图 8-47 “移动/复制视图”对话框和跟踪条



图 8-48 “视图至另一图纸”对话框

8.4.2 视图对齐

视图对齐是指在工程图样内的视图之间建立永久对齐，其中一个视图为静止视图，可以将要与静止视图对齐的视图称为“对齐视图”。

在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“视图对齐”按钮，弹出“视图对齐”对话框，接着选择一个视图作为要调整其位置的视图，此时“视图对齐”对话框的“对齐”选项组的一些选项被激活，如图 8-49 所示。在“对齐”选项组中指定放置方法，设置对齐选项（可供选择的对齐选项有“至视图”“模型点”和“点到点”，对齐选项在放置方法为“水平”“竖直”“垂直于直线”和“铰链”时才提供）并进行相应的操作来使所选视图与参照对象（如对齐视图）对齐。视图对齐示例如图 8-50 所示，示例操作过程为：单击“视图对齐”按钮并选择下方的视图作为要对齐的视图（即作为对齐视图），接着在“对齐”选项组设置放置方法为“竖直”，从“对齐”下拉列表框中选择“至视图”对齐选项，然后选择上方的视图作为静止视图，单击“确定”按钮即可。



图 8-49 “视图对齐”对话框

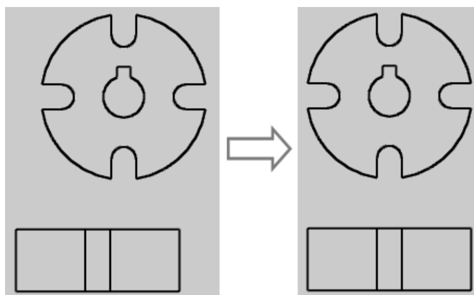


图 8-50 视图对齐示例

视图对齐的几种放置方法如表 8-2 所示。

表 8-2 视图对齐的几种放置方法

序号	放置方法	方法说明
1	自动判断	用自动判断的方式对齐所选视图，只需指定放置视图的位置，便可将所选视图对齐到该点
2	水平	设置各视图的基准点进行水平对齐，也就是将所选视图按基准点在水平方向上对齐的方式对齐
3	竖直	设置各视图的基准点进行竖直对齐，也就是将所选视图按基准点在竖直方向上对齐的方式对齐
4	垂直于直线	将选定视图在某一条参照直线的垂直方向上对齐至目标视图或目标基准点，即用于将所选视图按基准点在所选直线的垂直方向上对齐的方式对齐
5	叠加	将所选视图按基准点重合的方式对齐
6	铰链	自动按视图与父视图之间的投影关系对齐，选择要对齐的视图（即对齐视图）后，选择“铰链”放置方法，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可使该视图自动回到与父视图投影对齐的位置上

视图对齐操作也可以直接采用鼠标操作的方式来实现，即使用鼠标直接选择视图对象，接着按住鼠标左键不放并拖动。

8.4.3 删除视图

对于图纸页上不再需要的视图，可以将其删除。删除视图与删除其他对象的操作是一样的：在图纸页上选择不再需要的视图，直接按〈Delete〉键即可。也可以先选择要删除的视图，接着单击鼠标右键并从弹出的快捷菜单中选择“删除”命令。

8.4.4 隐藏和显示视图中的组件

在装配体的工程视图中，可以根据设计需要设置隐藏或显示视图中的组件。

要隐藏视图中选定的组件，则可以先在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“隐藏视图中的组件”按钮，弹出图 8-51 所示的“隐藏视图中的组件”对话框，选择要隐藏的组件，接着在“视图”选项组中单击“视图”按钮，选择要在其中隐藏组件的视图（既可以在图纸页上选择，也可以在“视图”选项组的视图列表中选择），然后单击“确定”按钮或“应用”按钮，便可在选定视图中隐藏指定的组件。

可以显示视图中选定隐藏组件。在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“显示视图中的组件”按钮，弹出“显示视图中的组件”对话框，选择要在其中显示组件的视图（既可以在图纸页上选择，也可以在视图列表中选择），此时“要显示的组件”选项组的隐藏组件列表列出了所选视图中的已有隐藏组件。在隐藏组件列表中选择要显示的隐藏组件，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，便可在所选视图中显示所指定的隐藏组件，如图 8-52 所示。



图 8-51 “隐藏视图中的组件”对话框



图 8-52 “显示视图中的组件”对话框

8.4.5 更新视图

更新视图是指更新选定视图中的隐藏线、轮廓线、视图边界等以反映对模型的更改。

在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“更新视图”按钮，就会弹出图 8-53 所示的“更新视图”对话框。利用该对话框选择需要更新的视图，需要时可选择所有过时视图或所有过时指定更新视图，然后单击“确定”按钮或“应用”按钮。

图 8-53 “更新视图”对话框

8.4.6 修改剖面线

在机械制图用到的剖视图中，可以用不同的剖面线表示不同的材质及不同的零部件。对于装配体的剖视图，各零件（不同零件）剖面的剖面线应该有所区别。

下面结合典型操作示例，介绍修改剖面线的快捷操作方法。

1 在“制图”应用模块的当前图纸页中，从相关剖视图中选择要修改的剖面线，接着单击鼠标右键以弹出一个快捷菜单，如图 8-54 所示。

2 从快捷菜单中选择“编辑”命令，即会弹出图 8-55 所示的“剖面线”对话框。

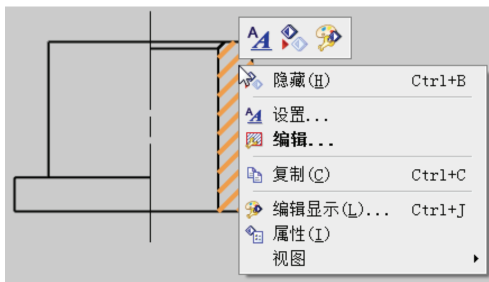


图 8-54 右击要修改的剖面线



图 8-55 “剖面线”对话框

3 使用“剖面线”对话框，可以选择要排除的注释，设置边距值，还可以在“设置”选项组中进行以下内容的设置。

- 通过“断面线定义”下拉列表框浏览选择并载入所需的剖面线文件。
- 在“图样”下拉列表框中选择其中一种剖面线类型。
- 在“距离”文本框中输入剖面线的间距值。
- 在“角度”文本框中输入剖面线的角度值。
- 单击“颜色”按钮，打开图 8-56 所示的“颜色”对话框，从中设置一种颜色作为剖面线的颜色。
- 在“宽度”下拉列表框中选择当前剖面线的线宽样式。
- 在“边界曲线公差”文本框中接受边界曲线/剖面线公差的默认值，或者输入边界曲线/剖面线的新公差值。

4 在“剖面线”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮。

例如，选择图 8-54 所示的剖面线来进行编辑，将其“距离”值设置为“3”，“角度”值设置为“135”，“颜色”设置为“红色”，单击“确定”按钮，完成修改该剖面线后的视图效果如图 8-57 所示，注意观察修改剖面线前后的对比效果。

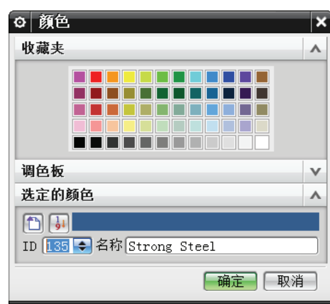


图 8-56 “颜色”对话框

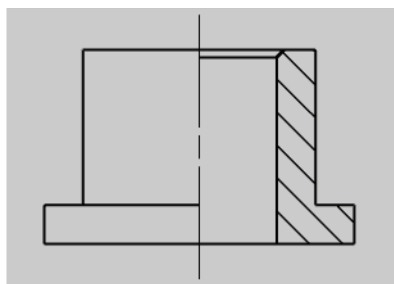


图 8-57 修改剖面线后的效果示例

8.5 工程图尺寸标注与注释

尺寸标注与注释也是工程图的重要组成部分。本节重点讲解创建中心线、尺寸标注、文本注释、标注表面粗糙度、标注基准符号、标注几何公差、创建标识符号和表格注释等。

8.5.1 创建中心线

在工程制图中可以根据设计情况创建相应类型且符合标准的中心线。这些中心线类型包括“中心标记”“螺栓圆中心线”“圆形中心线”“对称中心线”“2D 中心线”“3D 中心线”“自动中心线”和“偏置中心点符号”。它们对应的创建工具命令如表 8-3 所示。

表 8-3 各种类型中心线的创建工具命令

序号	命　令	图标	功 能 含 义	图　例
1	中心标记		创建通过点或圆弧的中心标记	
2	螺栓圆中心线		创建完整或不完整螺栓圆中心线，所选螺栓点处显示十字形，螺栓圆的半径始终等于从螺栓圆中心到选择的第一个点的距离；螺栓圆符号是通过以逆时针方向选择圆弧来定义的	
3	圆形中心线		创建完整或不完整圆形中心线，不含十字形，圆形中心线的半径始终等于从圆形中心线中心到选取的第一个点的距离；圆形中心线符号是通过以逆时针方向选择圆弧来定义的	
4	对称中心线		在图样上创建对称中心线，以指明几何体中的对称位置	对称中心线

（续）

序号	命　　令	图标	功 能 含 义	图　　例
5	2D 中心线		创建 2D 中心线	
6	3D 中心线		基于面或曲线输入创建中心线，其中产生的中心线是真实的 3D 中心线	
7	自动中心线		自动创建中心标记、圆形中心线和圆柱形中心线，注意不保证自动中心线在过时视图上是正确的	
8	偏置中心点符号		创建偏置中心点符号，该符号表示某一圆弧的中心，该中心处于偏离其真正中心的某一位置	

下面以范例的形式介绍如何创建指定类型的中心线。

1 按〈Ctrl+O〉快捷键，弹出“打开”对话框，选择“CH8\ccbz_x.prt”文件，单击“OK”按钮。文件中已有的工程视图如图 8-58 所示。

2 确保进入“制图”应用模板，从功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“圆形中心线”按钮，弹出图 8-59 所示的“圆形中心线”对话框。

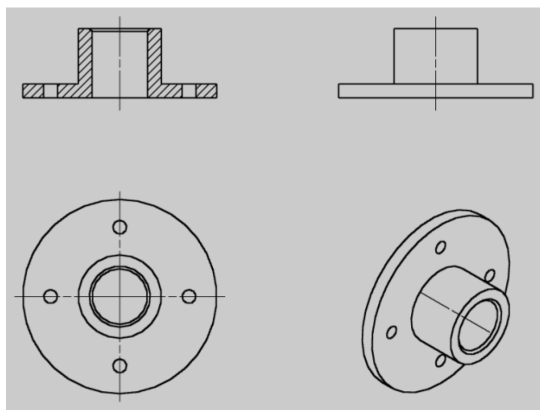


图 8-58　已有的工程视图



图 8-59　“圆形中心线”对话框

3 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“通过 3 个或多个点”选项。“类型”下拉列表框还提供另外一个选项，即“中心点”选项。

4 在“放置”选项组中勾选“整圆”复选框，确保在选择条中选中“圆弧中心”选项，接着在图纸页的一个视图中分别捕捉选择图 8-60 所示的 4 个圆心点以生成一个圆的中心线。另外，在“设置”选项组中可以对照图例设置中心线的缝隙和虚线等参数。

5 单击“确定”按钮。

6 从功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“2D 中心线”按钮，弹出图 8-61 所示的“2D 中心线”对话框。

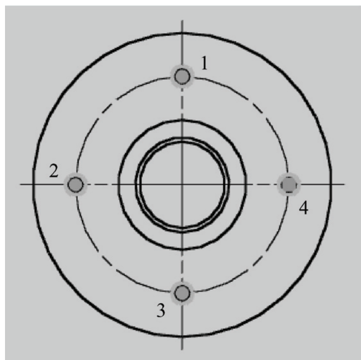


图 8-60　定义圆形中心线的位置



图 8-61　“2D 中心线”对话框

7 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“从曲线”选项，此时对话框提供了“第 1 侧”选项组、“第 2 侧”选项组、“继承”选项组和“设置”选项组，并且在“设置”选项组中取消勾选“单独设置延伸”复选框，对照图例分别设置缝隙、虚线和延伸的参数值，如图 8-62 所示。

8 分别选择图 8-63 所示的两线段定义第 1 侧对象和第 2 侧对象，然后单击“应用”按钮，从而创建一条中心线。

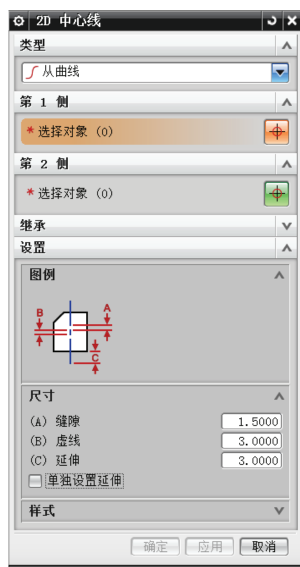


图 8-62　选择“从曲线”类型时并设置相关参数

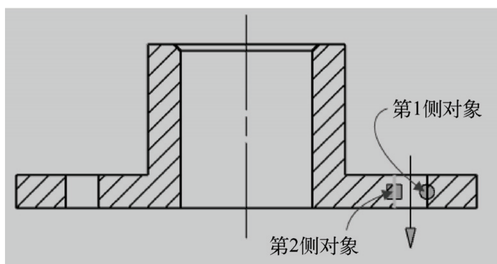
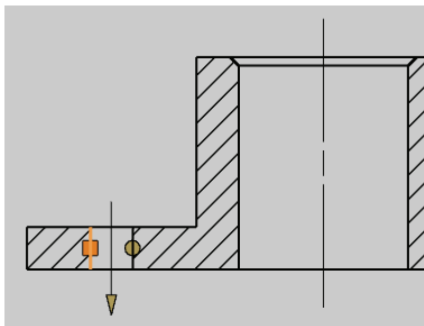
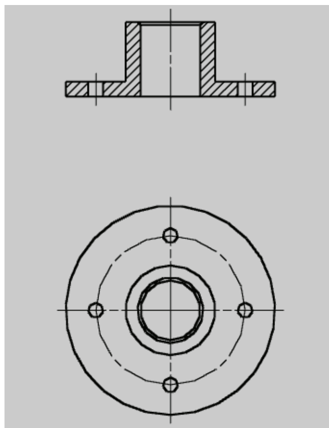


图 8-63　分别选择第 1 侧对象和第 2 侧对象

9 分别选择两条平行线段定义新的第 1 侧对象和第 2 侧对象来创建中心线，如图 8-64 所示。

10 在“2D 中心线”对话框中单击“确定”按钮，结果如图 8-65 所示。


图 8-64　选择两条线段定义第 2 条 2D 中心线


图 8-65　完成创建中心线的效果

8.5.2 尺寸标注

尺寸标注用于表示对象的尺寸大小。在工程图中进行尺寸标注其实就是直接引用关联三维模型真实的尺寸。如果三维模型变更，那么对应工程图中的相应尺寸也会自动更新。

在“制图”应用模块中，功能区“主页”选项卡的“尺寸”组中提供了以下几个主要尺寸工具。用户可根据视图对象的特征和标注意图选择合适的尺寸工具。

- “快速”按钮：根据选定对象和光标的位置自动判断尺寸类型来创建一个尺寸，也可以在执行该命令的过程中指定具体的测量方法来创建所需类型的快速尺寸。快速尺寸的测量方法包括“自动判断”“水平”“竖直”“点到点”“垂直”“圆柱形”“角度”“径向”和“直径”，基本包括了主要的尺寸类型。
- “线性”按钮：在两个对象或点位置之间创建线性尺寸。线性尺寸的测量方法包含“自动判断”“水平”“竖直”“点到点”“垂直”“圆柱形”和“孔标注”。
- “径向”按钮：创建圆形对象的半径或直径尺寸。径向尺寸的测量方法包含“自动判断”“径向”“直径”和“孔标注”。
- “角度”按钮：在两条不平行的直线之间创建角度尺寸。
- “倒斜角尺寸”按钮：在倒斜角曲线上创建倒斜角尺寸。
- “厚度尺寸”按钮：创建一个厚度尺寸，测量两条曲线之间的距离。
- “弧长”按钮：创建一个弧长尺寸来测量圆弧周长。
- “纵坐标尺寸”按钮：创建一个坐标尺寸，测量从公共点沿一条坐标基线到某一位置的距离。

下面介绍尺寸标注的典型范例。在该范例中还将学习为选定尺寸添加前缀和尺寸公差的

实用知识。

1 在功能区“主页”选项卡的“尺寸”组中单击“快速”按钮，打开“快速尺寸”对话框，在“测量”选项组的“方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，在“原点”选项组中取消勾选“自动放置”复选框，在“驱动”选项组的“方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，分别选择相应对象来创建图 8-66 所示的两个线性尺寸，均需要手动在合适位置放置尺寸。

2 在“测量”选项组的“方法”下拉列表框中选择“圆柱形”选项，接着分别要标注尺寸的第 1 个对象和第 2 个对象，并指定放置原点位置来完成图 8-67 所示的一个“圆柱形”尺寸（直径尺寸）。

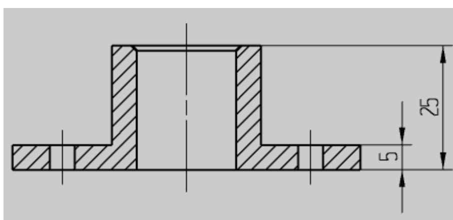


图 8-66 使用快速尺寸功能标注两个线性尺寸

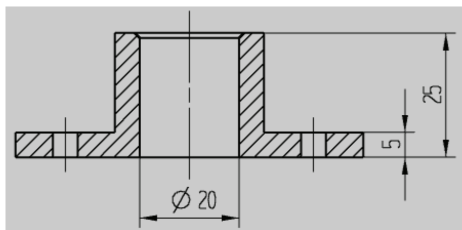


图 8-67 创建一个“圆柱形”尺寸（表示直径）

3 使用同样的方法，再创建一个“圆柱形”尺寸（直径尺寸），如图 8-68 所示。

4 在“快速尺寸”对话框中单击“关闭”按钮。

5 在功能区“主页”选项卡的“尺寸”组中单击“径向”按钮，弹出“径向尺寸”对话框，从“测量”选项组的“方法”下拉列表框中选择“直径”选项，分别选择圆对象来创建直径尺寸。这里创建两个直径尺寸，如图 8-69 所示。

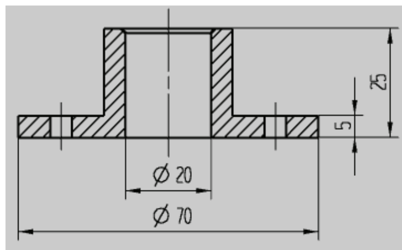


图 8-68 再创建一个“圆柱形”尺寸

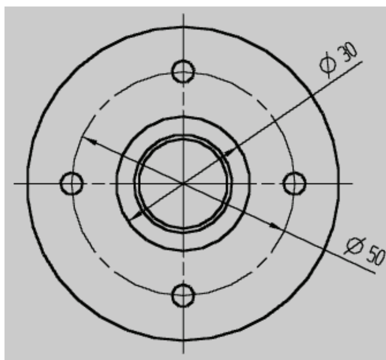


图 8-69 创建两个直径尺寸

6 在“径向尺寸”对话框的“测量”选项组中，从“方法”下拉列表框中选择“孔标注”选项，在视图中选择一个简单孔特征，接着指定原点放置位置，如图 8-70 所示。

7 选择刚创建的孔标注，单击鼠标右键以弹出一个快捷菜单，从该快捷菜单中选择“编辑”命令，弹出“径向尺寸”对话框和一个屏显编辑栏，如图 8-71 所示。





图 8-70 创建孔标注



图 8-71 编辑孔标注时的编辑界面

8 在屏显编辑栏中单击“编辑附加文本”按钮A，弹出“附加文本”对话框。从“控件”选项组的“文本位置”下拉列表框中选择“之前”选项，并在“文本输入”选项组的文本输入框中先输入“4”，接着从“符号”子选项组的“类别”下拉列表框中选择“制图”，单击“插入数量”符号X，如图 8-72 所示，则在文本输入框中看到“4”后面多了“<#A>”字符。单击“关闭”按钮，再在“径向尺寸”对话框中单击“关闭”按钮。这样就为该简单孔的标注添加了表示数量的前缀文本和符号，结果如图 8-73 所示。

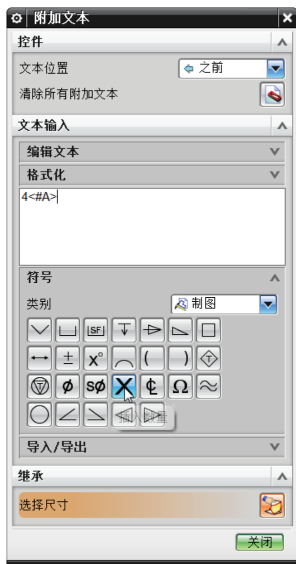


图 8-72 “附加文本”对话框

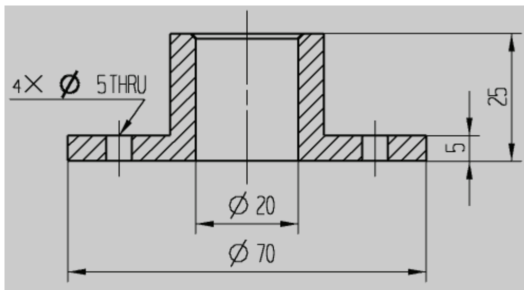


图 8-73 为选定尺寸添加前缀

9 在功能区“主页”选项卡的“尺寸”组中单击“倒斜角尺寸”按钮，弹出图 8-74 所示的“倒斜角尺寸”对话框，在“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，在左窗格中选择“倒斜角”，在“倒斜角格式”选项组的“样式”下拉列表框中选择“符号”，可设置合适的间距值，并设置指引线格式，接着在左窗格中选择“前缀/后缀”，在

“倒斜角尺寸”选项组的“位置”下拉列表框中选择“之前”选项，在“文本”框中输入“C”，如图 8-75 所示，单击“设置”对话框的“关闭”按钮，返回到“倒斜角尺寸”对话框。



图 8-74 “倒斜角尺寸”对话框

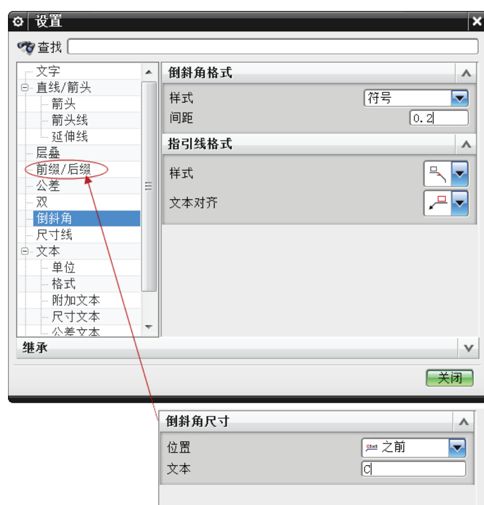


图 8-75 设置倒斜角尺寸的相关格式、样式

10 选择要标注倒斜角尺寸的倒斜角对象，并指定尺寸的放置位置，如图 8-76 所示。在“倒斜角尺寸”对话框中单击“关闭”按钮。

11 为中央内孔的直径尺寸添加尺寸公差。双击“Ø20”以弹出一个屏显编辑栏和一个“线性尺寸”对话框（具体弹出的对话框为之前创建该尺寸时使用的对话框），在屏显编辑栏的“公差类型”下拉列表框中选择“等双向公差（对称）”图标选项 ±.05，并设置公差值为“0.1”，如图 8-77 所示。在“线性尺寸”对话框中单击“关闭”按钮，即可完成为指定尺寸添加尺寸公差的操作。

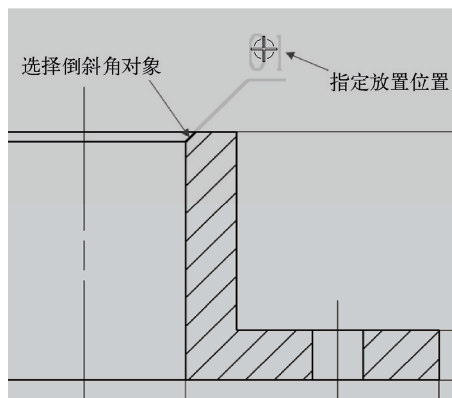


图 8-76 创建倒斜角尺寸

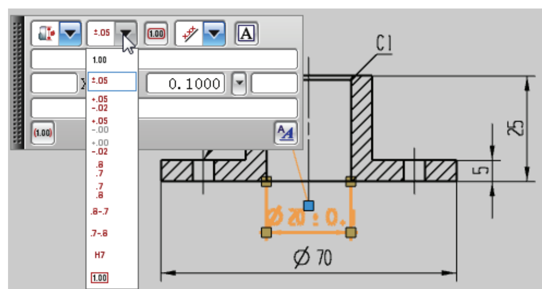


图 8-77 利用屏显编辑栏为尺寸添加尺寸公差

12 可以使用鼠标拖动的方式调整一些尺寸的放置位置，以使页面整洁有序，参考效果如图 8-78 所示。

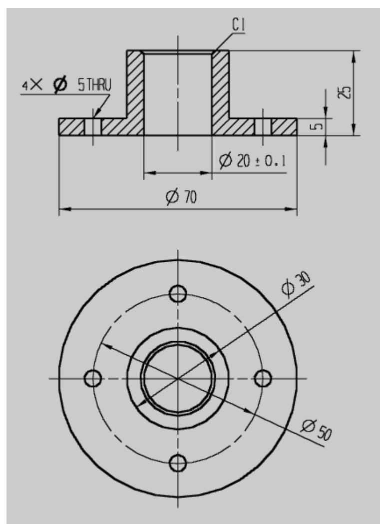


图 8-78　完成尺寸标注（含创建与编辑尺寸标注）

8.5.3 文本注释

文本注释主要用于对工程图纸的相关技术内容进行进一步阐述。

在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“注释”按钮A，系统弹出图 8-79 所示的“注释”对话框。使用此对话框输入注释文本，设置注释样式、文本对齐方式等，然后指定注释放置的原点位置，即可生成文本注释。其中，注释文本的输入是在“文本输入”选项组中进行的，该选项组除了提供一个文本输入框之外，还提供了用于编辑文本、格式化、插入特殊符号、导入/导出的实用工具，如图 8-80 所示。

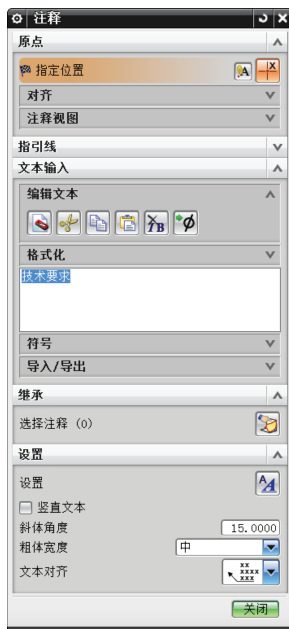


图 8-79　“注释”对话框



图 8-80　“文本输入”选项组

如果要创建带有指引线的注释文本，则在“注释”对话框中展开“指引线”选项组，接着在该选项组中设置指引线类型，设置是否创建折线并进行选择终止对象等操作。例如，采用“注释”命令也可以为螺纹孔创建引出标注。请看这样一个典型范例：单击“注释”按钮A打开“注释”对话框，在“文本输入”选项组中输入两行文本（含表示“插入深度”的符号“<#D>”），在“设置”选项组的“文本对齐”下拉列表框中选择选项，如图 8-81 所示，接着展开“指引线”选项组设置指引线的相关样式参数，如图 8-82 所示。单击“选择终止对象”按钮，在视图中选择对象以创建指引线，然后指定原点放置位置，从而完成一个引出标注的创建，如图 8-83 所示。



图 8-81 输入文本和设置文本对齐

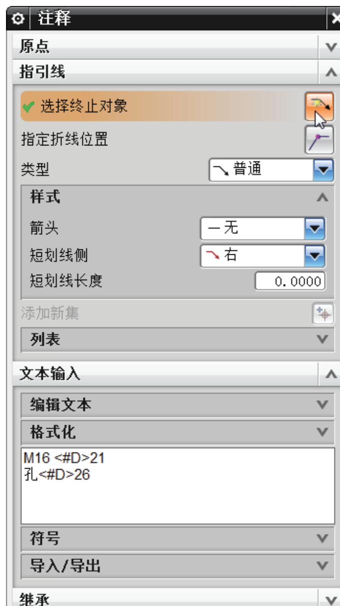


图 8-82 设置指引线参数

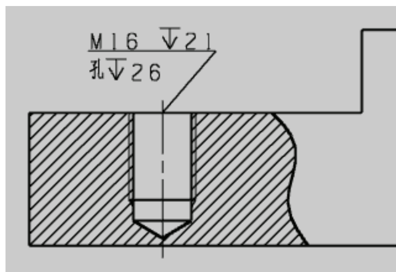


图 8-83 创建螺纹孔的引出标注

8.5.4 标注表面粗糙度

表面结构要求用于表达零件表面微观几何形状误差等参数，具体可包括表面粗糙度、处理或涂层、模式、加工余量和波纹。在同一张零件图上，每个表面一般只标注一次表面结构要求，并尽可能标注在相应的尺寸及其公差的同一个视图上。所标注的表面结构要求通常是

对完工零件的表面要求，否则应另加说明。表面结构要求可标注在轮廓线上，符号尖端必须从材料外指向材料表面，既不准脱开也不得超出，必要时表面结构要求也可以标注在用带箭头或黑点的指引线引出后的基准线上；在不致引起误解时，表面结构要求也可以标注在相关尺寸线上所标尺寸的后面；表面结构要求还可以注写在几何公差的框格上方、零件表面的延长线上或尺寸界线及其延长线上，但仍需注意图形符号应保持从材料外指向材料表面；棱柱各表面结构要求相同时，和圆柱一样只须标注一次，但是如果棱柱各表面有不同表面结构要求时，则应分别标注。

当零件的多数表面有相同的表面结构要求时，可以在图样的标题栏附近统一标注，并在圆括号内给出无任何其他标注的基本图形符号（以表示图上已标注的内容），或者在圆括号内给出图中已经标出的几个不同的表面结构要求。当零件的全部表面有相同的表面结构要求时，可以在图样的标题栏附近统一标注表面结构要求。

可以按照以下的步骤标注表面结构要求，以将表面粗糙度符号标注到视图中为例。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“表面粗糙度符号”按钮√，打开图 8-84 所示的“表面粗糙度”对话框。

2 在“属性”选项组的“除料”下拉列表框中选择其中一种材料移除选项，如图 8-85 所示。选择好材料移除选项后，在“属性”选项组中设置相关的参数，这里以选择“修饰符，需要除料”选项为例，对照图例设置相关属性参数，如图 8-86 所示。

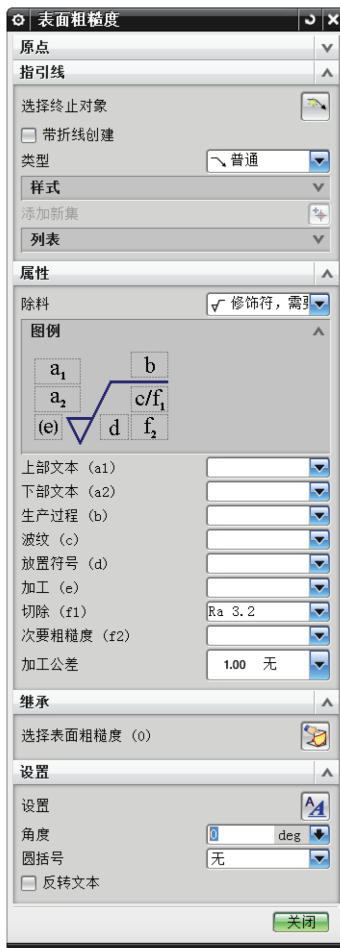


图 8-84 “表面粗糙度”对话框

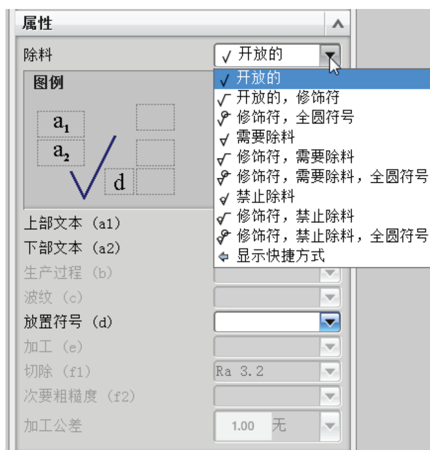


图 8-85 选择材料移除选项

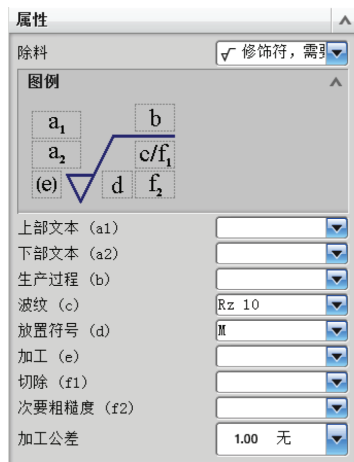


图 8-86 设置粗糙度相关属性参数

3 展开“设置”选项组，根据设计要求来定制表面粗糙度样式和角度等，如图 8-87 所示。需要用户注意的是，表面结构（含表面粗糙度）的注写和读取方向应与尺寸的注写和读取方向一致。对于在标题栏附近统一标注的表面结构要求，如果要用到圆括号，则在“设置”选项组的“圆括号”下拉列表框中进行相应设置。

4 如果需要指引线，那么就需要使用“表面粗糙度”对话框的“指引线”选项组。

5 指定原点放置表面结构要求符号。可以继续插入表面结构要求符号。

6 在“表面粗糙度”对话框中单击“关闭”按钮。

在图 8-88 所示的示例中，创建有 4 个表面结构要求（粗糙度）标注。

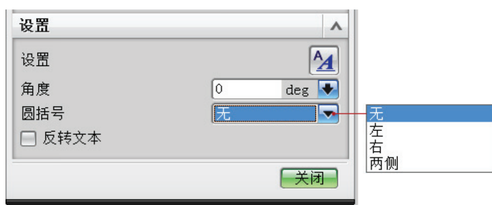


图 8-87 “设置”选项组

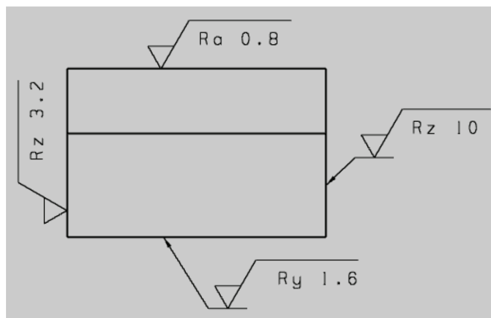


图 8-88 注写表面结构要求的典型示例

8.5.5 标注基准特征符号

在 UG NX 9.0 的“制图”应用模块中，“基准特征符号”按钮用于创建带有指引线或不带指引线的基准特征符号，基准特征符号简称为基准符号。基准符号的基准字母标注在基准方格内，通常用一条细实线与一个涂黑或空白的三角形（两种形式同等含义）相连。

当基准要素为轮廓线或轮廓面时，基准符号标注在要素的轮廓线、表面或它们的延长线上，基准符号与尺寸线明显错开。当基准要素是尺寸要素确定的轴线、中心平面或中心线时，基准符号应对准尺寸线，亦可由基准符号代替相应的一个箭头。基准符号还可以标注在用圆点从轮廓表面引出的基准线上。需要注意的是，基准符号中的基准方格不能斜放，必要时基准方格与黑色三角形之间的连线可用折线。

创建基准符号的典型示例如图 8-89 所示。

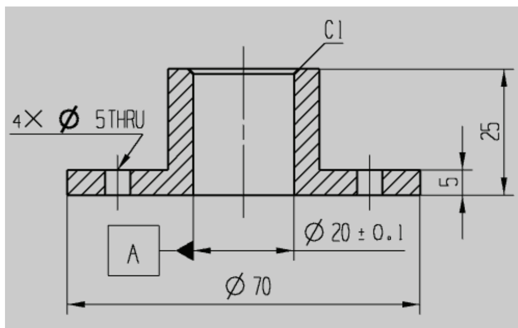


图 8-89 基准特征符号示例

要创建基准符号，则在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“基准特征符号”按钮，此时系统弹出图 8-90 所示的“基准特征符号”对话框。在“设置”选项组中可单击“设置”按钮以利用弹出的“设置”对话框为基准特征符号设置相关样式，在“基准标识符”选项组的“字母”文本框中输入基准标识符的字母，然后直接指定原点位置以创建不带指引线的基准特征符号，或者使用“指引线”选项组的相关按钮、选项来创建带有指引线的基准特征符号。在实际工作中基本要求基准符号带有指引线。

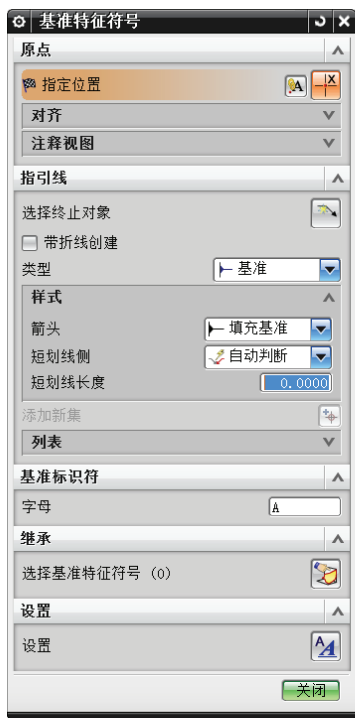


图 8-90 “基准特征符号”对话框

8.5.6 标注几何公差

加工后的零件不仅有尺寸误差，构成零件几何特征的点、线、面的实际形状或相互位置与理想几何体规定的形状和相互位置还不可避免地存在差异，这种形状上的差异便是形状公差，而相互位置的差异便是位置公差。形状公差和位置公差统称为形位公差，再加上其他类型的公差（如方向公差和跳动公差等）便构成了几何公差的范围。几何公差会影响机械产品的功能，在设计时应该规定相应的公差并按规定的标准符号标注在图样上。几何公差应标注在矩形框格内，此矩形框格由两格或多格组成，框格的左起第一格用于填写几何公差特征符号，第二格用于填写公差数值及有关符号，第三格及其后的用于填写基准字母及附加符号，如图 8-91 所示。当一个以上要素作为该项几何公差的被测要素时，应在公差框格的上方注明。对同一要素有一个以上公差特征项目要求时，为了简化，可以将两个框格叠放在一起标注。

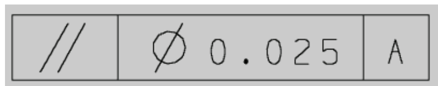


图 8-91 几何公差框格的图例

在 UG NX 9.0 的“制图”应用模块中，“特征控制框”按钮用于创建单行、多行或复合特征控制框，并可以将控制框附着于指定对象。用户可以按照以下的一般步骤使用“特征控制框”来标注几何公差。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“特征控制框”按钮，弹出图 8-92 所示的“特征控制框”对话框。

2 在“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，如图 8-93 所示。从中对“文字”“层叠”和“GDT”进行相应样式设置，然后单击“关闭”按钮，返回到“特征控制框”对话框。此步骤为可选步骤。

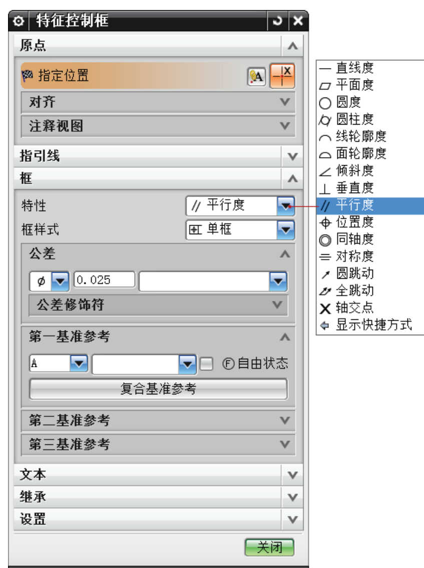


图 8-92 “特征控制框”对话框

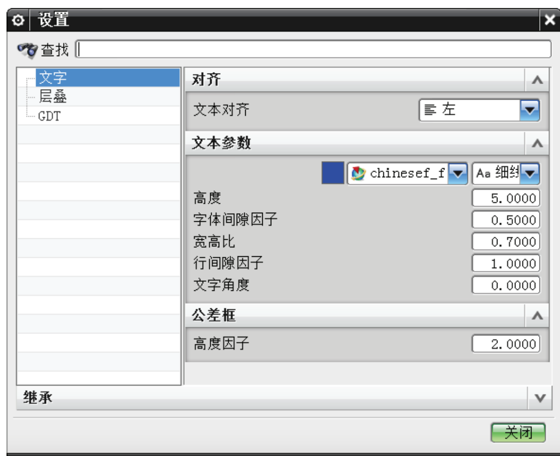


图 8-93 “设置”对话框

3 在“框”选项组的“特性”下拉列表框中选择一个公差特性符号，接着在“框样式”下拉列表框中选择“单框”选项或“复合框”选项，通常选择“单框”选项。

4 在“框”选项组的“公差”子选项组中设置公差值的前缀符号（如“直径”ϕ、“球径”Sϕ、“正方形”□等）、公差值和后缀符号（如“最小实体状态”Ⓛ、“最大实体状态”Ⓜ、“不考虑特征大小”Ⓢ等），需要时可添加公差修饰符；在“第一基准参考”子选项组的相应下拉列表框中选择基准符号（如“A”“B”“C”等）、基准后缀符号等。几何公差的基准符号是可选的，即有些几何公差需要基准符号，有些则不需要。基准符号为大写的英文字母 A、B、C、D 等。如果需要，可以继续设置第二基准参考和第三基准参考。

5 指定原点位置，或者按住并拖动对象以创建指引线。对于要求有指引线的几何公差，则可以在“特征控制框”对话框中展开“指引线”选项组，设置指引线类型和相关样式，如图 8-94 所示。接着单击“选择终止对象”按钮选择终止对象，并在合适的位置单击以放置特征控制框。

6 在“特征控制框”对话框中单击“关闭”按钮。

在图 8-95 所示的示例中创建有一个垂直度，垂直度有基准要求，基准符号为 A。



图 8-94 “指引线”选项组

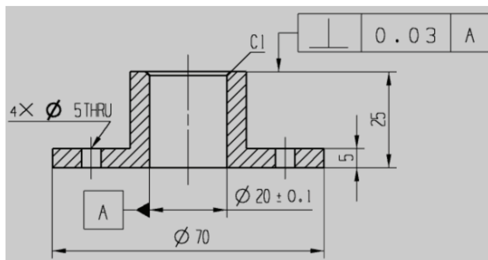


图 8-95 创建垂直度的示例

8.5.7 创建符号标注

在装配图中需要进行符号标注以标识各零件的序号，这会用到“符号标注”按钮。事实上，使用“符号标注”按钮可以创建各种形式的标识符号。

在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“符号标注”按钮，弹出图 8-96 所示的“符号标注”对话框，接着分别指定类型、文本、大小、相关样式设置内容、指引线和原点位置等，便可创建所需的符号标注。下面介绍利用“符号标注”对话框进行的一些细节操作。

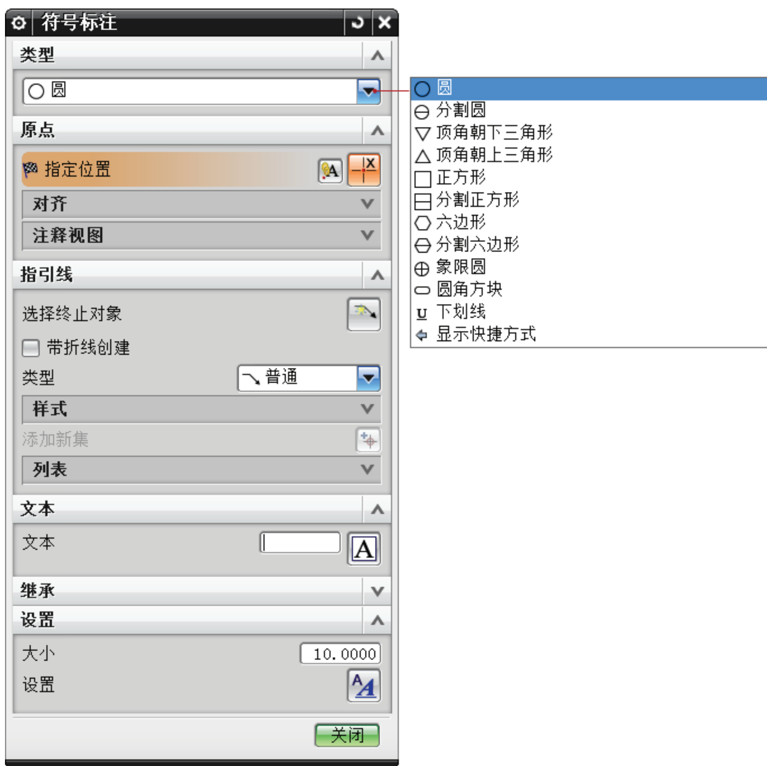


图 8-96 “符号标注”对话框

- 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择符号图标的类型（例如，选择“下画线”或“圆”），接着根据所选符号图标的类型在“文本”选项组的“文本”框中输入标识内容。在“文本”选项组中单击“文本”按钮，可利用弹出的图 8-97 所示的“文本”对话框来输入一些复杂的文本符号。
- 在“设置”选项组中设置符号标注的大小，还可以单击“设置”按钮继续更多内容的设置。
- 在“指引线”选项组中选定指引线的类型及其相应样式，单击“选择终止对象”按钮，接着选择对象以创建指引线，然后指定原点放置位置。

使用“符号标注”功能可以在装配图中完成注写图 8-98 所示的零件序号。

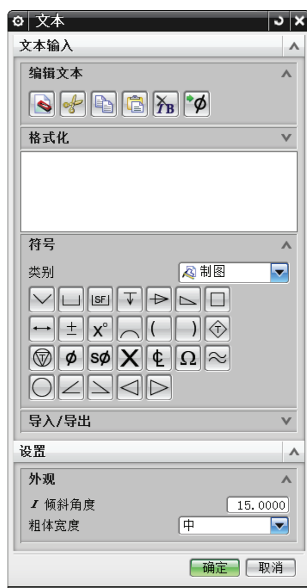


图 8-97 “文本”对话框

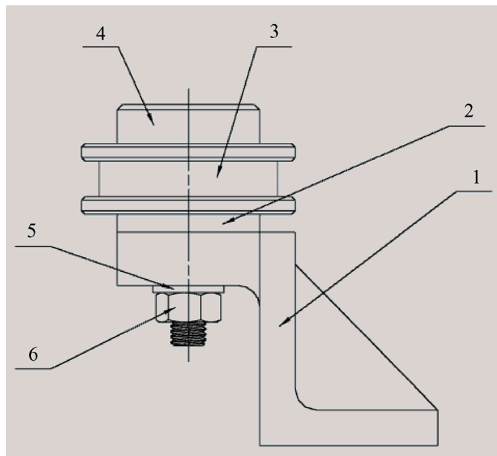


图 8-98 注写零件序号

8.5.8 表格注释

在机械制图工作中有时要绘制表格。表格注释通常用于定义部件系列中类属部件（一组零件）的尺寸值等。表格注释的操作步骤为：在功能区“主页”选项卡的“表”组中单击“表格注释”按钮，弹出图 8-99 所示的“表格注释”对话框，接着在“表大小”选项组中设置列数、行数和列宽，然后指定原点位置以放置表格，例如完成创建图 8-100 所示的表格。



图 8-99 “表格注释”对话框

图 8-100 表格示例

创建表格后选中该表格时，在其左上角有一个移动手柄图标，用户可以按住鼠标左键来拖动该移动手柄图标，使表格注释随之移动。当移动到合适的位置后，释放鼠标左键即可将表格注释放置到图纸页中合适的位置。使用鼠标可以快速调整表格行和列的大小。双击选定的单元格，将出现一个屏显文本框，在该文本框中输入注释文本，确认后便可在该单元格中填写注释文本。当然，在功能区“主页”选项卡的“表”组的“更多”库组列表中可以选择更多的工具来编辑选定表格注释，在此不一一介绍，只列举“表”组中的以下 3 个工具以供读者了解。有兴趣的读者可以自行研习，这些表工具的使用都相对较为简单。

- “零件明细表”按钮：创建用于装配的物料清单。
- “自动符号标注”按钮：为选定的零件明细表创建关联的圆形符号。
- “孔表”按钮：创建一个包含所选孔的大小和位置的表。

8.6　工程图综合设计范例

为了让读者更好地掌握机械工程图设计的基本流程、思路、操作方法和相关技巧等，本节特意介绍一个机械零件工程图综合设计范例。本书配套光盘已经提供了该机械零件（圆盖零件）的三维实体模型，如图 8-101 所示。在该综合设计范例中，读者可以学习如何使用公制模板（可省去进行相关工程图参数预设的步骤）建立工程图，掌握一般视图、旋转剖视图、局部剖视图和投影视图的建立方法，创建相关中心线的方法，复习图样标注等相关知识，以及学习如何填写标题栏等。

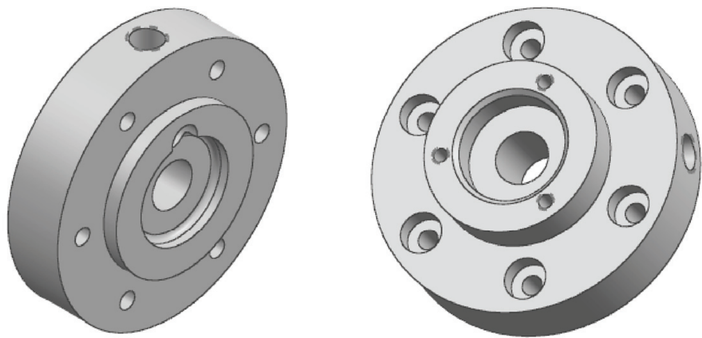


图 8-101　圆盖零件

该综合设计范例的具体设计步骤如下。

步骤 1　创建一个图纸部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，系统弹出“新建”对话框。

2 切换到“图纸”选项卡，在“模板”选项组的“过滤器”选项下的“关系”下拉列表框中选择“全部”选项，从“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“A3-无视图”的图纸模板，在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“yg_draw.prt”，并指定要保存到的文件夹（即指定保存路径），如图 8-102 所示。

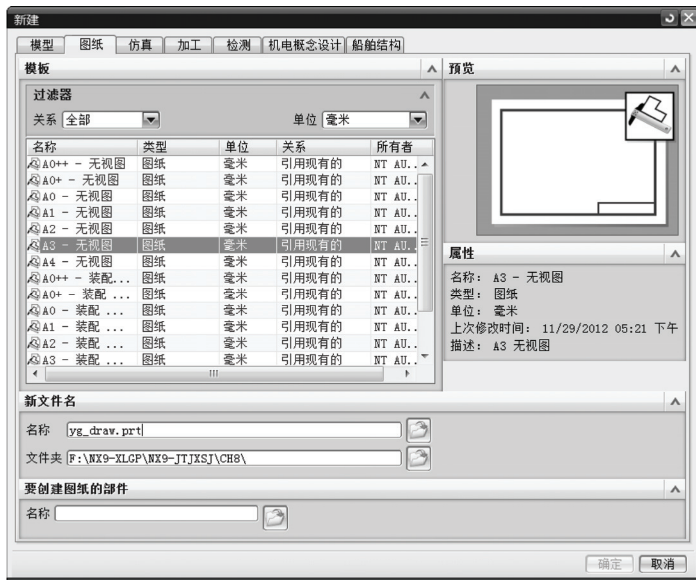


图 8-102　选择图纸标准模板等

3 在“要创建图纸的部件”选项组中单击“打开”按钮，弹出“选择主模型部件”对话框，接着在“选择主模型部件”对话框中单击“打开”按钮并利用弹出的“部件名”对话框选择本书配套的“ch8\bc_yg.prt”部件文件，单击“OK”按钮，返回到“选择主模型部件”对话框。此时已加载的该部件的名称显示在“已加载的部件”列表框中，并且默认为被选中的状态，如图 8-103 所示，然后单击“确定”按钮，返回到“新建”对话框。



图 8-103　“选择主模型部件”对话框

4 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。当前图纸页上已经自动产生一个带标题栏的 A3 图框。在图纸图框的右上角区域选择“其余”字样和表面粗糙度符号并右击它们，接着从弹出的快捷菜单中选择“删除”命令。

步骤 2　创建一个基本视图。

1 在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“基本视图”按钮，打开“基本视图”对话框。

2 从“模型视图”选项组的“要使用的模型视图”下拉列表框中选择“左视图”，从“比例”选项组的“比例”下拉列表框中选择“1∶1”。

3 在“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，然后选择“公共”类别下的“可见线”，接着从“格式”选项组的“线宽”下拉列表框中选择“0.25mm”，并单击“确定”按钮，返回“基本视图”对话框。

4 “视图原点”选项组中的“位置”按钮处于激活选中状态，在图纸上的图框内指

定放置该基本视图的位置，并在随之弹出的“投影视图”对话框中单击“关闭”按钮（如果默认弹出“投影视图”对话框的话，则是否弹出“投影视图”对话框与用户的相关工作流默认设置有关）。在图框内插入基本视图的参考效果如图 8-104 所示。

图 8-104　插入基本视图的参考效果

步骤 3　创建旋转剖视图。

1 在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“旋转剖视图”按钮，弹出“旋转剖视图”工具栏。

2 选择刚生成的基本视图作为父视图。

3 在上边框条的选择条中确保选中“圆弧中心”图标和“象限点”图标等，在父视图中捕捉选择图 8-105 所示的圆心点定义旋转点。

4 捕捉选择图 8-106 所示的指定圆周上的一个象限点来定义段的新位置 1。

图 8-105　定义旋转点

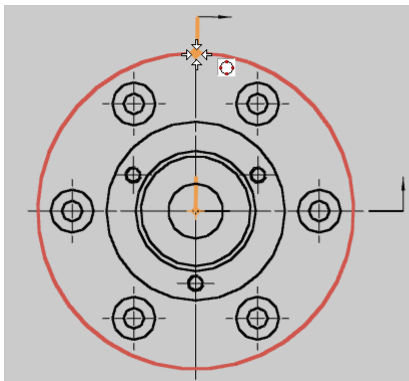


图 8-106　定义段的新位置 1

5 捕捉选择图 8-107 所示的圆心点定义段的新位置 2。

6 在“旋转剖视图”工具栏中单击“添加段”按钮，如图 8-108 所示。

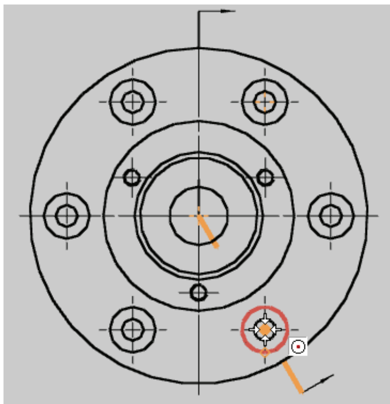


图 8-107 定义段的新位置 2



图 8-108 “旋转剖视图”工具栏

7 选择图 8-109 所示的剖切段，接着为要添加的新段定义一个位置，如图 8-110 所示（捕捉选择一个合适的位置点以获得满足设计要求的旋转剖切位置）。

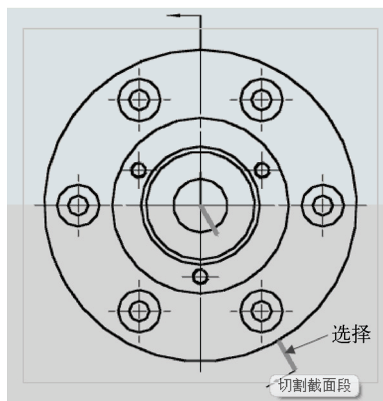


图 8-109 选择要切割的剖切段

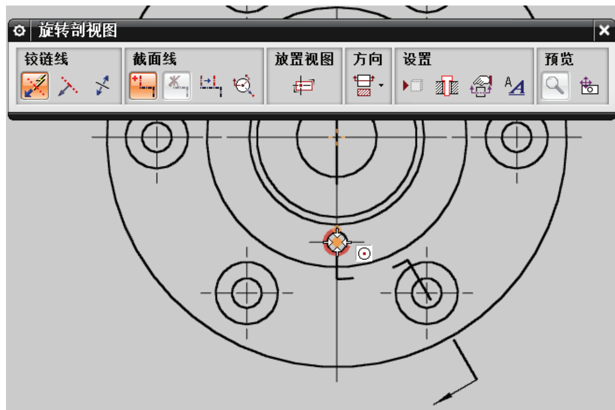


图 8-110 指定新位置定义要添加的新段

8 在“旋转剖视图”工具栏的“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，然后选择“公共”类别下的“可见线”，接着从“格式”选项组的“线宽”下拉列表框中选择“0.25mm”，并单击“确定”按钮。

9 在“旋转剖视图”工具栏的“放置视图”选项组中单击“放置视图”按钮，在父视图正左边的合适位置处单击以在图纸上放置该旋转剖视图，如图 8-111 所示。

10 在“旋转剖视图”工具栏中单击“关闭”按钮。

步骤 4 创建局部剖视图。

1 选择基本视图使其显示出视图边界，在视图边界上单击鼠标右键，弹出一个快捷菜单，从该快捷菜单中选择“活动草图视图”命令，如图 8-112 所示。此时激活此基本视图为当前活动的草图视图。

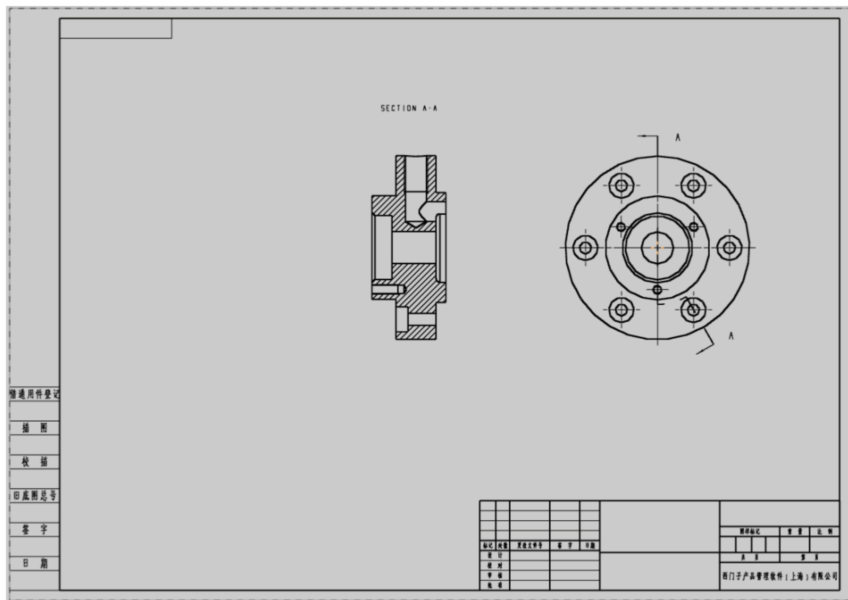


图 8-111　完成创建旋转剖视图

2 在功能区“主页”选项卡的“草图”组中单击“艺术样条”按钮，弹出“艺术样条”对话框，选择“通过点”类型，分别指定一系列的点来绘制图 8-113 所示的一条封闭的样条曲线，接着单击“确定”按钮，然后在“草图”组中单击“完成草图”按钮，完成草图的绘制。



图 8-112　选择“活动草图视图”命令

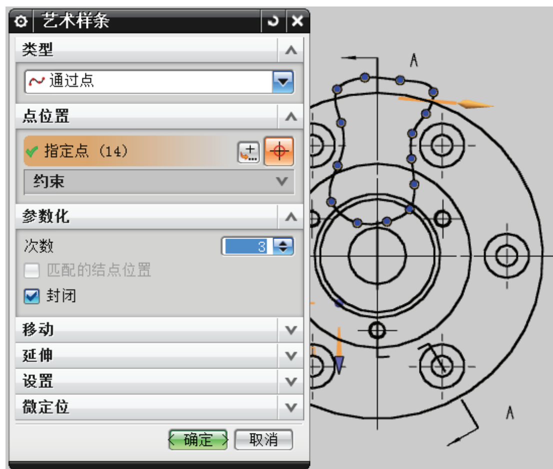


图 8-113　绘制封闭的样条曲线

3 在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“局部剖视图”按钮，弹出“局部剖”对话框。

4 在“局部剖”对话框中选择“创建”单选按钮。

5 选择基本视图（左视图）作为要创建局部剖视图的父视图。

6 在选择条中确保增加选中“中点”图标选项，在旋转剖视图中捕捉选择图 8-114 所

示的一个中点定义局部剖的基点。

7 接受默认的拉伸矢量方向，接着在“局部剖”对话框中单击“选择曲线”按钮，在基本视图（左视图）中选择前面绘制的样条曲线作为局部剖的剖切边界线。

8 在“局部剖”对话框中单击“应用”按钮，再单击“取消”按钮。完成创建的局部剖视图如图 8-115 所示。

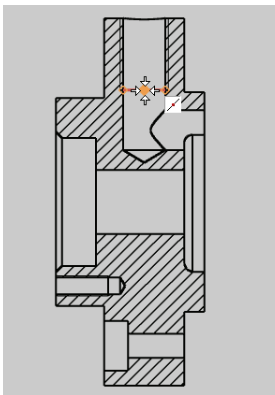


图 8-114 定义局部剖的基点

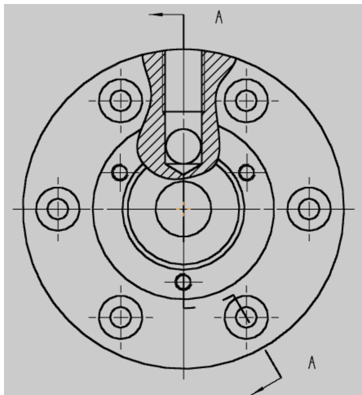


图 8-115 创建局部剖视图的效果

步骤 5 在基本视图中删除选定的中心标记，然后创建两条螺栓圆中心线。

1 选择图 8-116 所示的全部沉孔和螺纹孔的十字型中心标记，接着按〈Delete〉键或者单击“删除”按钮将它们删除。

2 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“螺栓圆中心线”按钮，弹出图 8-117 所示的“螺栓圆中心线”对话框。

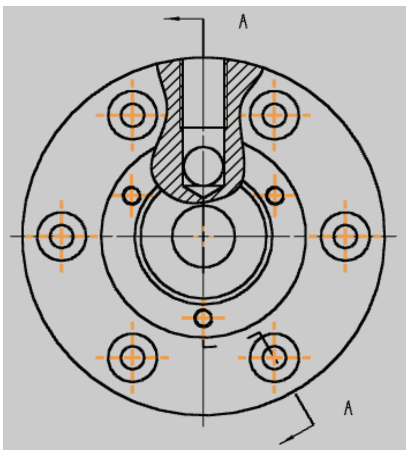


图 8-116 选择要删除的中心标记

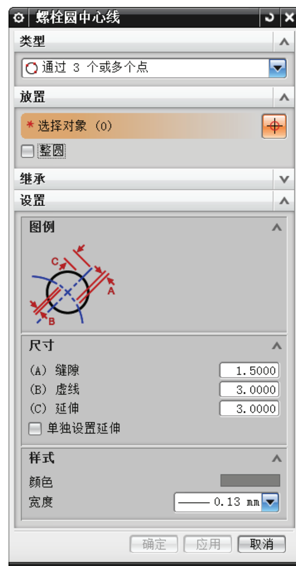


图 8-117 “螺栓圆中心线”对话框

3 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“通过 3 个或多个点”选项，在



“放置”选项组中取消勾选“整圆”复选框，在“设置”选项组对照图例设置相关的尺寸参数和样式。

4 分别捕捉选择图 8-118 所示的 4 个圆心，绘制不完整的螺栓圆中心线，然后单击“应用”按钮。

5 分别捕捉选择图 8-119 所示的 3 个螺纹孔的圆心来绘制不完整的螺栓圆中心线。

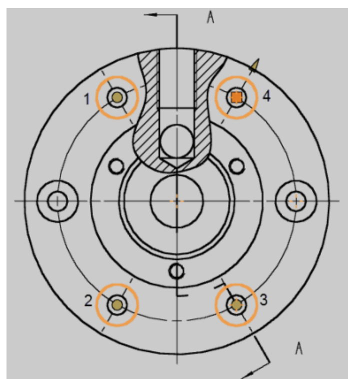


图 8-118 为沉孔绘制螺栓圆中心线

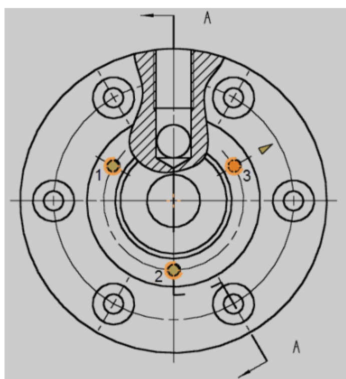


图 8-119 为螺纹孔绘制螺栓圆中心线

6 在“螺栓圆中心线”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 6 绘制中心标记。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“中心标记”按钮，弹出图 8-120 所示的“中心标记”对话框。

2 在“设置”选项组中对照图例设置中心标记的相关尺寸参数值，在“位置”选项组中勾选“创建多个中心标记”复选框。

3 在基本视图中单击图 8-121 所示的圆以定义一个中心标记的位置。

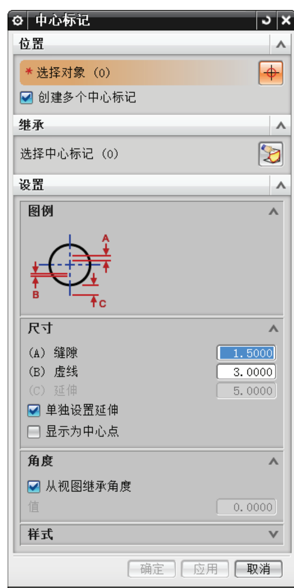


图 8-120 “中心标记”对话框

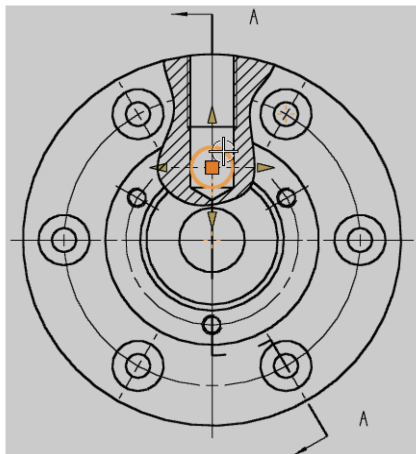


图 8-121 定义中心标记的位置

4 在“中心标记”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 7 在旋转剖视图中绘制相应的 2D 中心线。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“2D 中心线”按钮，弹出“2D 中心线”对话框。

2 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“根据点”选项，然后在“偏置”选项组的“方法”下拉列表框中选择“无”选项，再在“设置”选项组中取消勾选“单独设置延伸”复选框，分别设置“(A) 缝隙”值为“1.5”，“(B) 虚线”值为 3”，“(C) 延伸”值为“3”，如图 8-122 所示。

3 在选择条（即“选择条”工具栏）中确保选中“圆弧中心”命令等可能要用到的点捕捉模式图标，在旋转剖视图中分别选择图 8-123 所示的点 1 和点 2 来创建一条 2D 中心线，然后单击“应用”按钮。

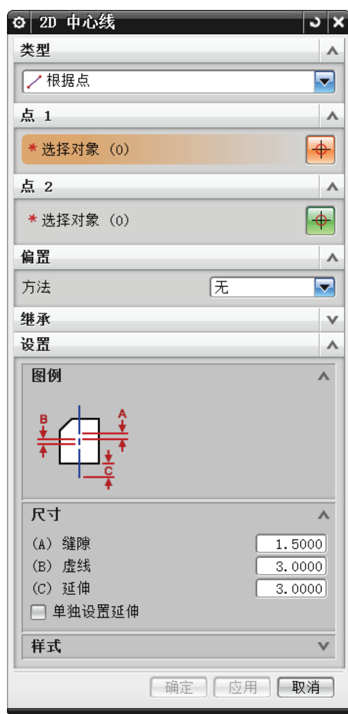


图 8-122 “2D 中心线”对话框

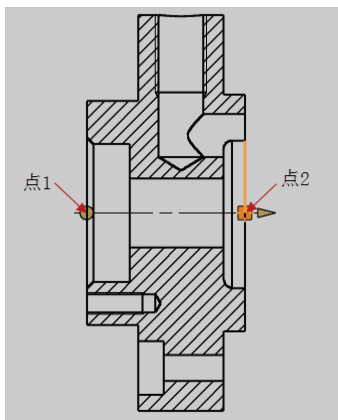


图 8-123 创建一条 2D 中心线

4 使用同样的方法，采用“根据点”类型（分别指定两个点）的方式在旋转剖视图中再绘制 3 条 2D 中心线，如图 8-124 所示。有些中心线可根据具体情况单独设置其延伸值。

5 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“从曲线”选项，接着分别指定第 1 侧对象和第 2 侧对象，并拖动 2D 中心线延伸端的箭头单独设置延伸，如图 8-125 所示。

6 在“2D 中心线”对话框中单击“确定”按钮。



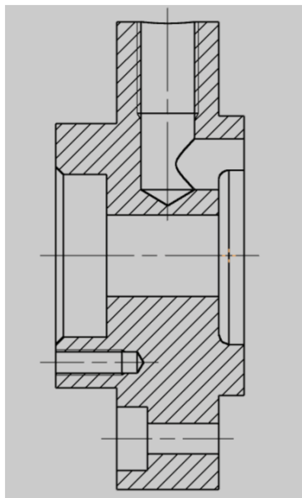


图 8-124　再绘制 3 条 2D 中心线

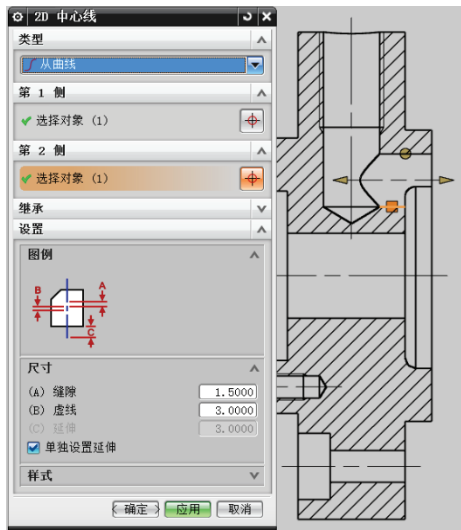


图 8-125　采用“从曲线”类型创建 2D 中心线

步骤 8　创建投影视图并对该视图的中心线进行编辑处理等。

1 在功能区“主页”选项卡的“视图”组中单击“投影视图”按钮，弹出“投影视图”对话框。

2 在“父视图”选项组中单击“视图”按钮，在图纸页上选择旋转剖视图作为父视图。

3 在“设置”选项组中单击“设置”按钮，弹出“设置”对话框，然后从“公共”类别下选择“可见线”，确保可见线的线宽与旋转剖视图的可见线线宽一样，即为“0.25mm”，接下来单击“确定”按钮。在“视图原点”选项组“放置”子选项组的“方法”下拉列表框中默认选择“铰链”选项。

4 在父视图正左侧的合适位置处指定放置视图的位置，然后单击“关闭”按钮来关闭“投影视图”对话框。

5 在刚创建的投影视图中删除 6 个孔处的中心标记，然后为这些孔创建完整的螺栓圆中心线，如图 8-126 所示；再为图 8-127 所示的一个圆孔创建中心标记。

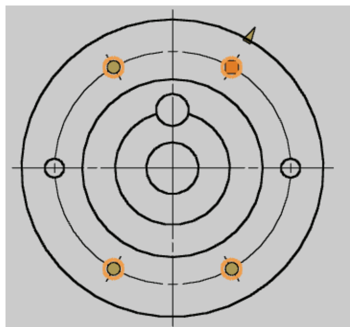


图 8-126　创建完整的螺栓圆中心线

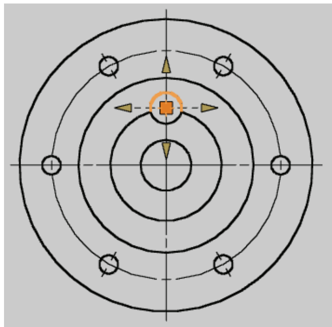


图 8-127　创建一个中心标记

6 此时，可以单击“移动/复制视图”按钮，在水平方向上适当调整各视图的放置位置，以使各视图间的间距差不多，这样显得较为合理和美观，效果如图 8-128 所示。

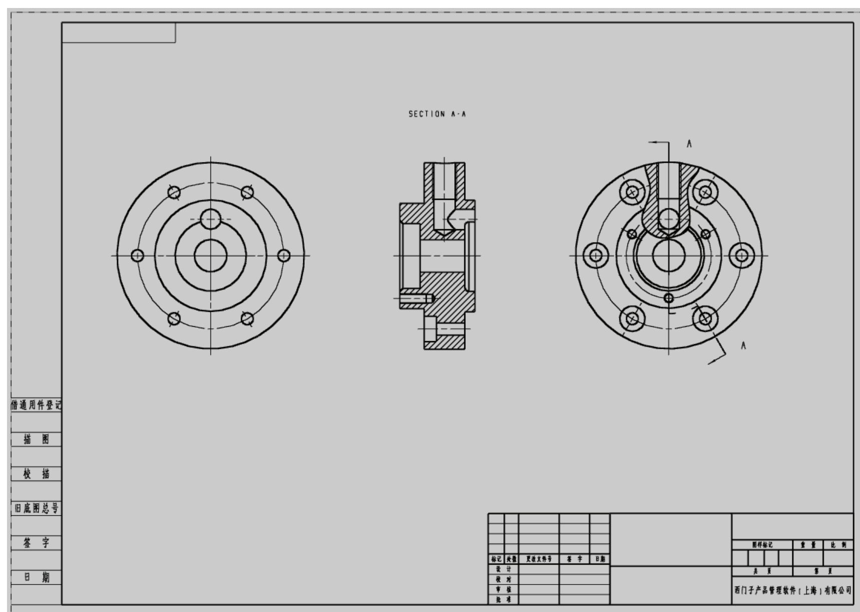


图 8-128 完成创建一个投影视图

步骤 9 进行尺寸标注、表面结构要求注写与插入文本注释等。

利用本章所学的图样标注/注释知识，对圆盖零件工程图进行标注，具体过程比较灵活，在此不对标注操作过程进行赘述。完成尺寸标注、表面结构要求标注、几何公差标注和技术要求注写等的效果如图 8-129 所示。注意可以根据图面情况再适当调整相关视图的放置位置，并务必确保各视图之间的对齐关系。

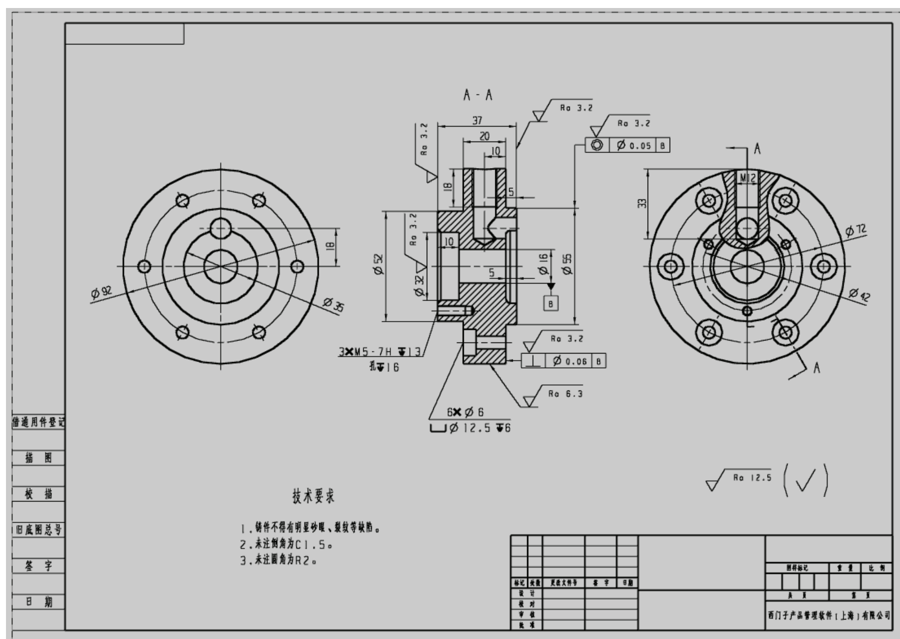
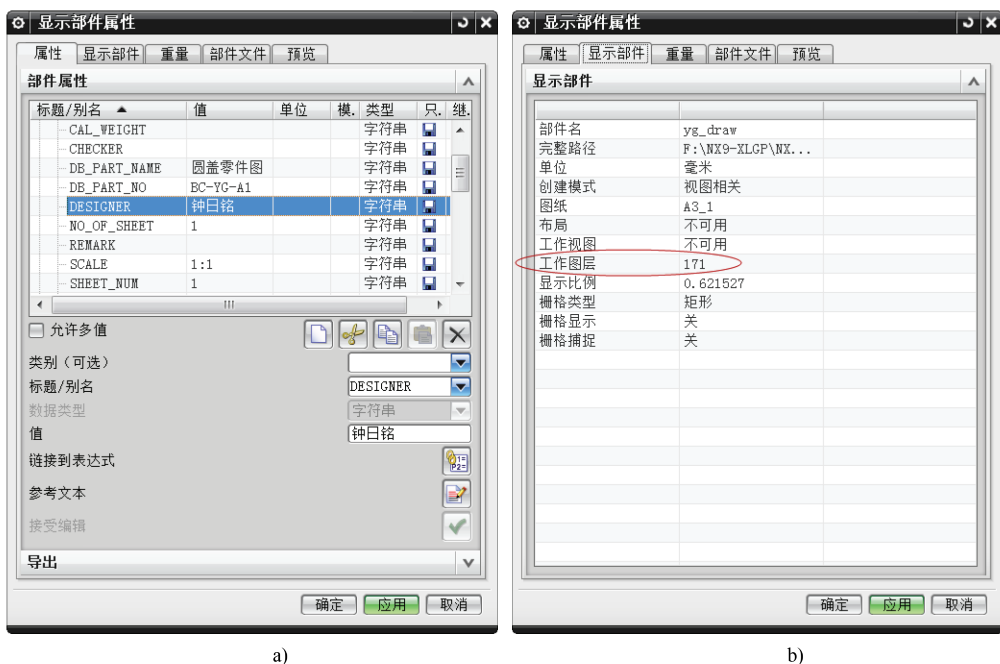


图 8-129 相关标注

步骤 10　填写标题栏。

1 在功能区中单击“文件”选项卡标签以打开“文件”选项卡，接着选择“属性”命令，此时系统弹出“显示部件属性”对话框。

2 在“显示部件属性”对话框中切换至“属性”选项卡，从“部件属性”列表中分别选择所需要的标题/别名，并利用“值”文本框中输入相应的值，然后单击“应用”按钮即可完成标题栏对应的一个单元格的属性填写操作，设置部件属性结果如图 8-130a 所示。如果切换到“显示部件”选项卡，则可以看到工作图层为“171”号图层，如图 8-130b 所示。



a)　　b)

图 8-130 “显示部件属性”对话框

a) 设置部件属性　b) 切换到“显示部件”选项卡

3 在“显示部件属性”对话框中单击“确定”按钮，此时填写标题栏的效果如图 8-131 所示。显然还有一些内容没有填写上，设计公司（单位）还需要更改。

					圆盖零件图	BC-YG-A1		
						图样标记	重 量	比 例
标记	处数	更改文件号	签 字	日期				1:1
设 计		钟日铭				共 1 页	第 1 页	
校 对						西门子产品管理软件（上海）有限公司		
审 核								
批 准								

图 8-131 初步填写标题栏的效果

4 在功能区“视图”选项卡中单击“图层设置”按钮，弹出“图层设置”对话框，然后取消勾选“类别显示”复选框，接着在图层列表中单击“170”左侧（前方）的复选框，以使该复选框的勾由灰色变为红色，表示其处于勾选激活状态，而其对应的“仅可见”复选框会自动被取消勾选状态，如图 8-132 所示，然后单击“关闭”按钮。此操作将允许用户编辑标题栏中的某些单元格文本。



图 8-132 图层设置

5 双击标题栏中最右下角的单元格，弹出一个注释编辑文本框，在该文本框中将“<F2>”和“<F>”字符之间的文本更改为新的注释文本，则如“博创设计坊”。按〈Enter〉键确认即可完成该单元格的注释填写，如图 8-133 所示。



图 8-133 编辑标题栏的单元格注释

6 使用同样的方法更改标题栏中其他单元格的注释文本。注意：双击其中没有设置属性的单元格，则可以在弹出的空白文本框中直接输入要填写的内容，按〈Enter〉键确认即可。还可以通过右击单元格文本并从弹出的快捷菜单中选择“设置”命令，利用打开的“设置”对话框修改文字高度。最终完成填写的标题栏如图 8-134 所示。

					圆盖零件图	BC-YG-A1
						图样标记 / 重量 / 比例
标记	处数	更改文件号	签字	日期		1:1
设计		钟日铭	2014年5月7日		HT150	共 1 页 第 1 页
校对						博创设计坊
审核						
批准						

图 8-134　完成填写的标题栏

至此，本例圆盖零件工程图的设计已完成，完成的效果如图 8-135 所示。最后按〈Ctrl+S〉快捷键保存文件。

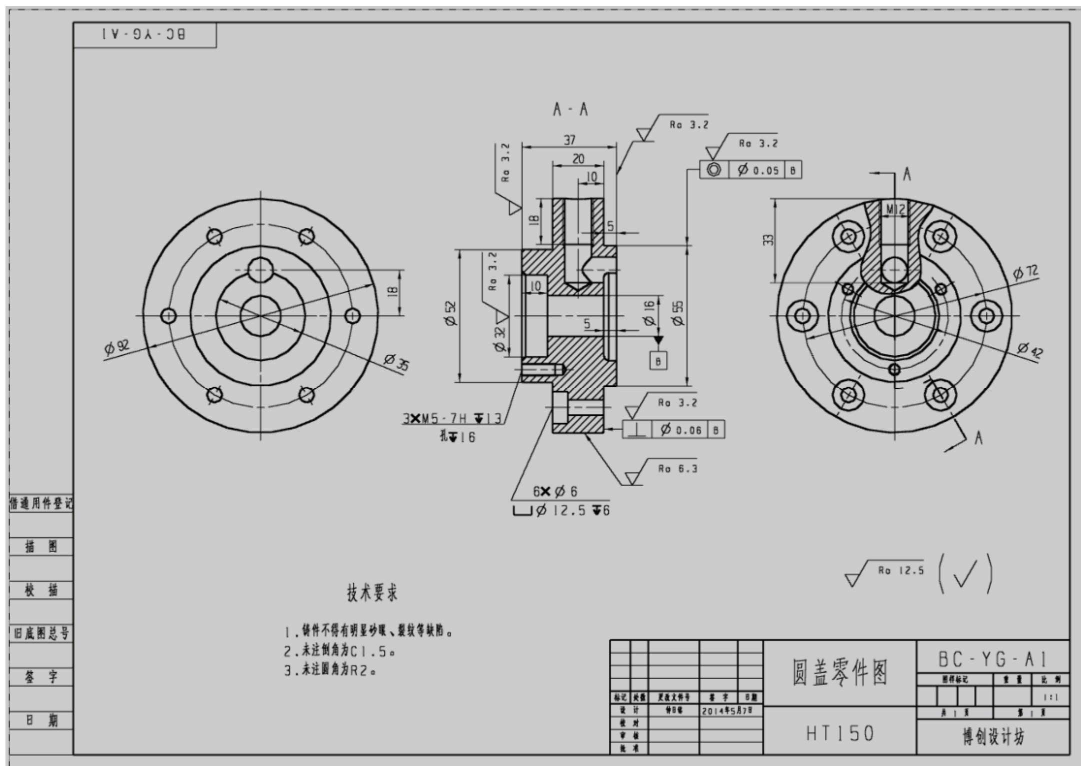


图 8-135　完成的圆盖零件工程图

8.7　思考与上机练习

1）在 UG NX 9.0 的“建模”应用模块中创建好机械零件的三维模型后，如何切换到“制图”应用模块并新建一个图纸页？

2）如何编辑当前图纸页？

3）如何创建局部剖视图？局部剖视图的边界如何定义？

4）要隐藏装配工程图的某个视图中的指定组件，应该如何操作？

5）请在“制图”应用模块中使用“表格注释”命令及相应的表编辑工具来绘制一个符合国标的标题栏。

6）上机练习：打开“ch8\ch8_ex6.prt”，已有三维实体模型（见图 8-136），然后切换至“制图”应用模块创建相应的工程视图，并标注相应的尺寸，效果如图 8-137 所示。

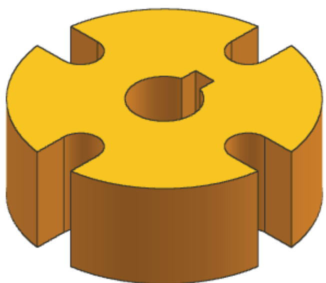


图 8-136　用于练习的三维实体模型 1

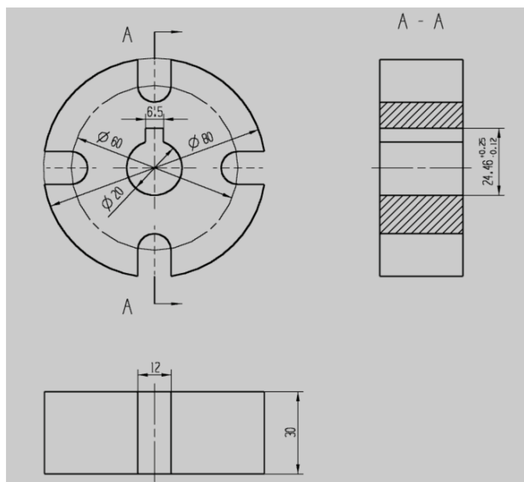


图 8-137　工程制图练习 1

7）上机练习：打开“ch8\ch8_ex7.prt”，已有三维实体模型如图 8-138 所示，切换至“制图”应用模块创建相应的工程视图，并标注相应的尺寸，效果如图 8-139 所示。请自行为其中的一两个尺寸添加尺寸公差，并进行表面结构要求、基准符号和几何公差注写练习。

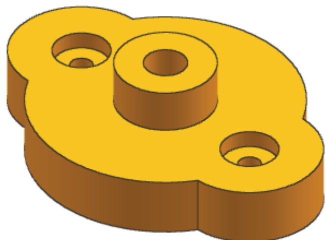


图 8-138　用于练习的三维实体模型 2

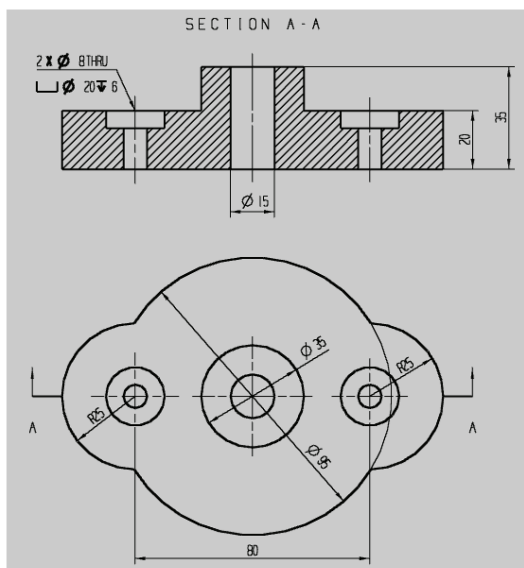


图 8-139　工程制图练习 2

8）为第 7 章完成的低速滑轮装置创建二维工程图。

第 9 章　机械零件建模综合范例

本章导读：

本章介绍典型的机械零件建模综合范例，具体包括轴、套与轮盘类零件建模、叉架类零件建模、箱体类零件建模、齿轮零件建模和弹簧零件建模。在进行机械零件建模之前，要认真分析零件的形状结构，合理地制定建模策略等。

9.1　轴、套与轮盘类零件建模

轴、套与轮盘类零件在机械设计中较为常见。其中轴、套类零件的主要结构是回转体，其主要加工工序是在车床和磨床上进行的。轴类零件显得相对细长，多为传动件；套类零件则在外观上显得相对扁平些（不绝对）；轮盘类零件常由轮辐、辐板、键槽和连接孔等结构组成，也多具有回转体形状，它们有较多的工序在车床上加工。

9.1.1 轴零件建模范例

本小节介绍一个轴零件的建模过程，该轴零件的参考尺寸如图 9-1 所示，其中未注写倒角均为 C2.5。该轴零件主要由回转主体、退刀槽、键槽、外螺纹和倒角组成。建模策略是先采用“旋转”命令创建回转主体，接着使用“槽”命令在回转主体上创建相关的几个退刀槽或功能槽，使用“键槽”命令创建键槽设计特征（键槽设计特征的创建需要创建合适的基准平面，亦可使用“拉伸”命令来创建键槽结构，本例这两种方法皆介绍），使用“倒斜角”命令创建倒角，最后可以采用“螺纹”命令来完成真实感强的外螺纹结构。

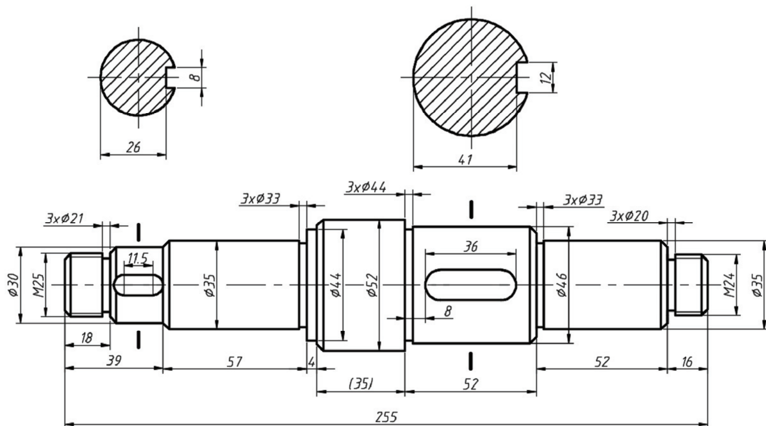


图 9-1　轴零件的参考尺寸

该轴零件的建模步骤如下。

步骤 1 创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，系统弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_z1.prt”，自行设定文件路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2 使用“旋转”命令创建回转主体。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“旋转”按钮，弹出“旋转”对话框，如图 9-2 所示。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。从“草图类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“在平面上”，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，在基准坐标系中选择 XY 平面，如图 9-3 所示，然后单击“确定”按钮，进入草图绘制环境。



图 9-2 “旋转”对话框



图 9-3 “创建草图”对话框

3 绘制图 9-4 所示的截面图形，单击“完成草图”按钮。

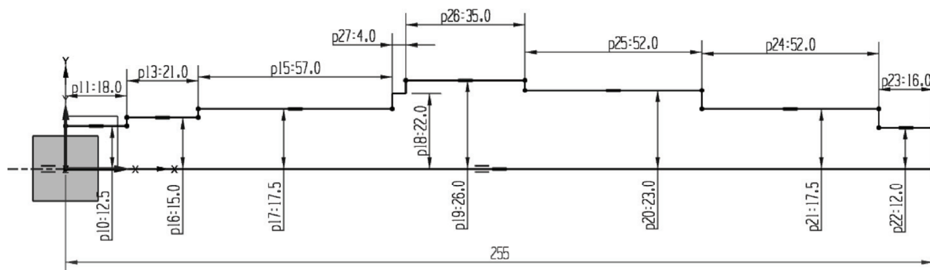


图 9-4 绘制截面图形



4 在“轴”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项，接着单击“点构造器（点对话框）”按钮，弹出“点”对话框，设置轴点的绝对坐标为 *X*=0、*Y*=0、*Z*=0，如图 9-5 所示，单击“确定”按钮，返回到“旋转”对话框。

5 在“限制”选项组中设置开始角度值为“0”，结束角度值为“360”；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 在“旋转”对话框中单击“确定”按钮，完成创建图 9-6 所示的旋转实体，即完成构建轴回转主体的创建。



图 9-5 “点”对话框

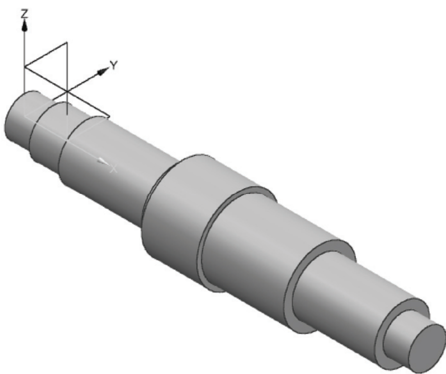


图 9-6 构建轴的回转主体

步骤 3 使用“槽”命令创建退刀槽（矩形槽）。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“槽”按钮，弹出图 9-7 所示的“槽”对话框。

2 在“槽”对话框中单击“矩形”按钮，弹出图 9-8 所示的“矩形槽”对话框。

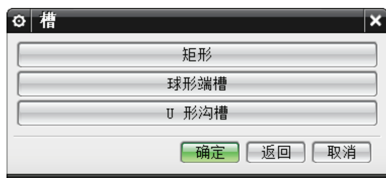


图 9-7 “槽”对话框



图 9-8 “矩形槽”对话框（1）

3 在图 9-9 所示的圆柱形实体表面上单击以选择放置面。

4 在弹出的新“矩形槽”对话框中设置槽直径和宽度值，如图 9-10 所示，单击“确定”按钮。

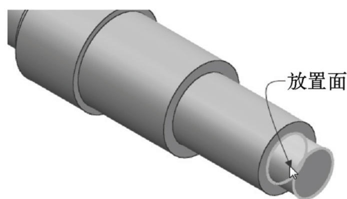


图 9-9 选择放置面



图 9-10 “矩形槽”对话框（2）

5 分别选择图 9-11 所示的圆边定义目标边和刀具边。

6 在弹出的“创建表达式”对话框中输入新的定位值为“0”，如图 9-12 所示。



图 9-11 指定目标边和刀具边



图 9-12 为该矩形槽输入新的定位值

7 单击“确定”按钮，完成创建图 9-13 所示的一个退刀槽，同时弹出图 9-14 所示的“矩形槽”对话框，并提示选择放置面。

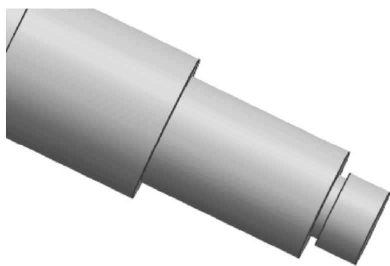


图 9-13 完成创建一个退刀槽



图 9-14 “矩形槽”对话框

8 选择放置面，输入槽参数，指定工具边和刀具边，输入新的定位值，从而创建一个新的矩形槽。如此执行操作创建其他矩形槽，结果如图 9-15 所示（轴零件一共创建有 5 个矩形槽）。

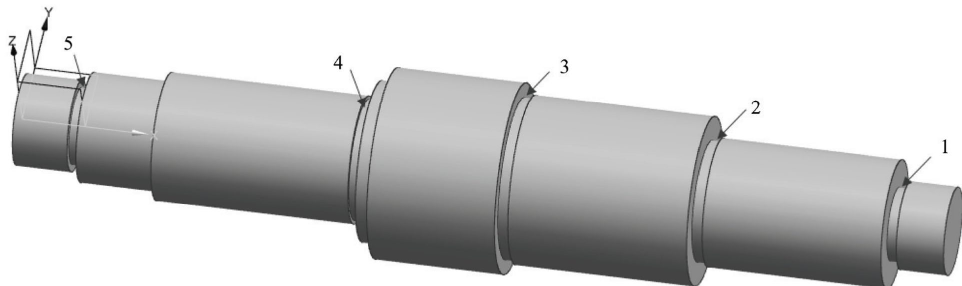


图 9-15 一共创建 5 个矩形槽

步骤 4 使用“键槽”命令创建一个键槽特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。从“类型”选项组的下拉列表框中选择“按某一距离”选项，选择 XY 平面

（XC-YC 平面），在“偏置”选项组的“距离”框中输入“11”，在“平面的数量”文本框中输入“1”，如图 9-16 所示，然后单击“确定”按钮。

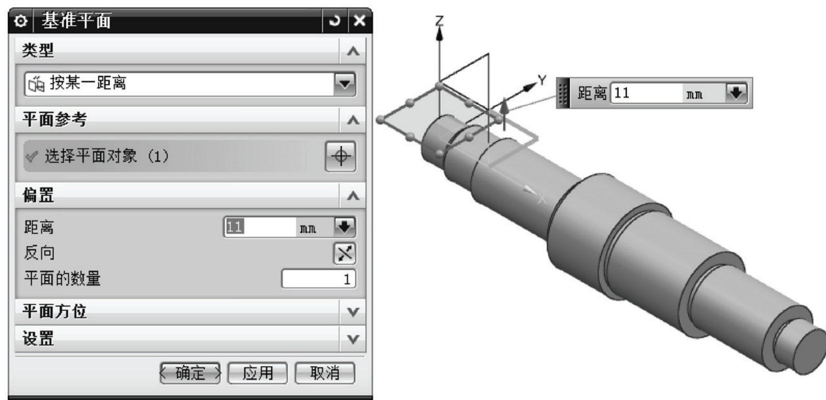


图 9-16　创建一个基准平面

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“键槽”按钮，弹出图 9-17 所示的“键槽”对话框。取消勾选“通过槽”复选框，选择“矩形槽”单选按钮，确认后弹出图 9-18 所示的“矩形键槽”对话框。

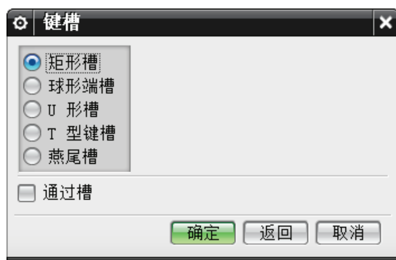


图 9-17　“键槽”对话框



图 9-18　“矩形键槽”对话框（1）

3 在新基准平面的显示边框上单击以定义该面作为矩形键槽的放置面，如图 9-19 所示。显然键槽的生成默认侧不是所需的，需要反向默认侧，即此时单击“反向默认侧”按钮。

4 弹出“水平参考”对话框，选择 *X* 轴定义水平参考，如图 9-20 所示。

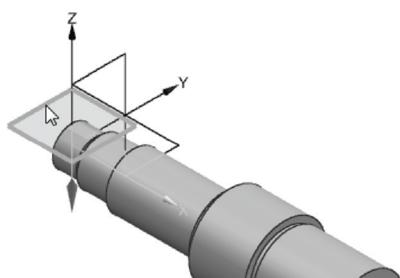


图 9-19　选择平的放置面

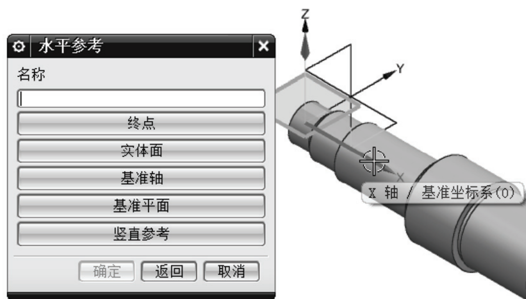


图 9-20　指定水平参考

5 在弹出的“矩形键槽”对话框中输入键槽参数，如图 9-21 所示，然后单击“确定”按钮，弹出“定位”对话框。

6 在“定位”对话框中单击“水平”按钮，接着在轴模型上单击图 9-22 所示的边定义目标对象（即目标边），并在弹出的“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮。



图 9-21 输入键槽参数

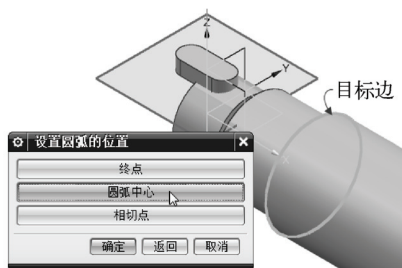


图 9-22 选择目标边并设置圆弧的位置

7 选择刀具边（工具边），这里在键槽中单击图 9-23 所示的一条圆弧边作为刀具边，并在弹出的“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮。接着在弹出的“创建表达式”对话框中设置该定位距离值为“4”，如图 9-24 所示，单击“确定”按钮。

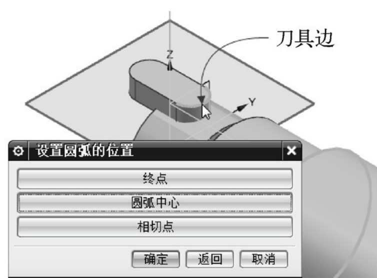


图 9-23 指定刀具边并设置圆弧的位置

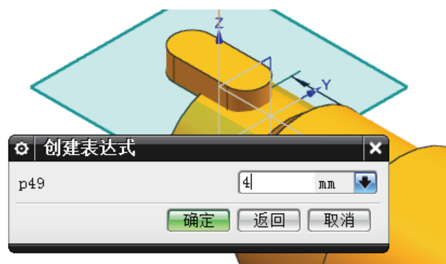


图 9-24 设置新值

8 在“定位”对话框中单击“竖直”按钮，在轴零件上选择目标边，单击“圆弧中心”按钮，接着在键槽工具体上选择刀具边，单击“圆弧中心”按钮，输入该定位距离值为“0”，如图 9-25 所示，单击“创建表达式”对话框的“确定”按钮。

9 在“定位”对话框中单击“确定”按钮，接着在“矩形键槽”对话框中单击“关闭”按钮。完成创建的第一个键槽如图 9-26 所示。此时，将作为该键槽放置面的基准平面隐藏起来。

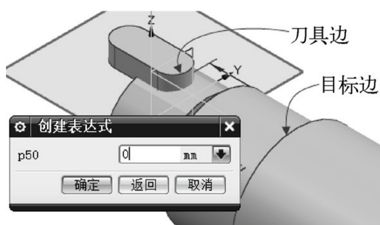


图 9-25 设置竖直距离定位值

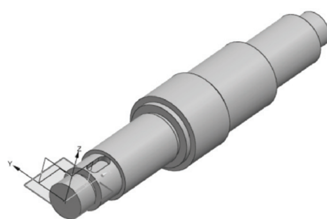


图 9-26 完成创建一个键槽

步骤 5　使用“拉伸”命令创建另一个键槽结构。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 在“拉伸”对话框的“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。从“草图类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“在平面上”选项，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“创建平面”选项，从“指定平面”下拉列表框中选择“按某一距离”图标选项，在图形窗口中选择基准坐标系的 XY 平面（XC-YC 平面），设置距离值为“18”，如图 9-27 所示，单击“确定”按钮。

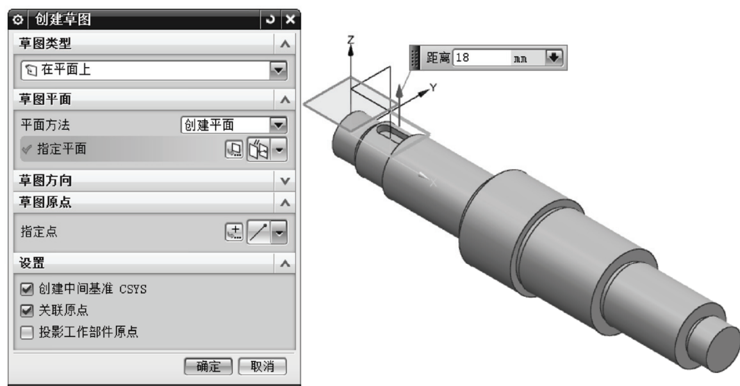


图 9-27　创建草图

3 绘制图 9-28 所示的跑道型图形，单击“完成”按钮。

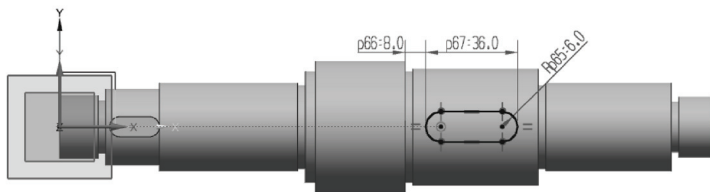


图 9-28　绘制截面图形

4 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“ZC 轴”图标选项以将 ZC 轴用作拉伸方向矢量。

5 在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项，在其“距离”框中设置开始距离值为“0”，从“结束”下拉列表框中选择“贯通”选项。

6 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项。

7 在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项，在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项，在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

8 单击“确定”按钮，完成创建的第 2 个键槽结构如图 9-29 所示。在图形窗口中右击第 2 个新基准平面的显示边界，接着从弹出来的快捷菜单中选择“隐藏”命令，如图 9-30 所示。

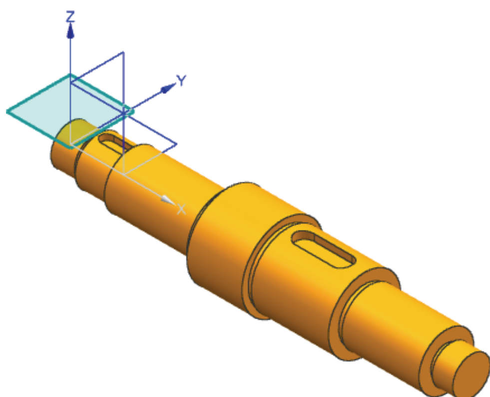


图 9-29 创建第 2 个键槽结构



图 9-30 隐藏基准平面的操作图解

步骤 6 创建倒斜角特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框。

2 在“偏置”选项组的“横截面”下拉列表框中选择“对称”选项，在“距离”文本框中输入“2.5”，在“设置”选项组的“偏置方法”下拉列表框中选择“偏置面并修剪”选项，如图 9-31 所示。

3 选择要倒斜角的边，如图 9-32 所示，一共 7 条边链。



图 9-31 “倒斜角”对话框

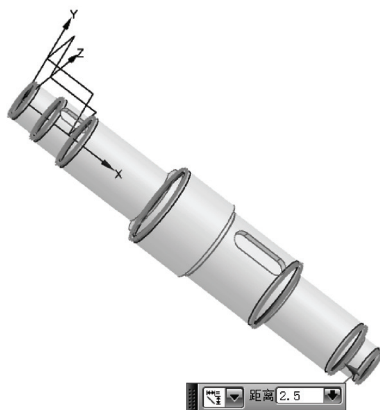


图 9-32 选择要倒斜角的边

4 单击“确定”按钮，倒斜角的效果如图 9-33 所示。图中已经隐藏了基准坐标系。

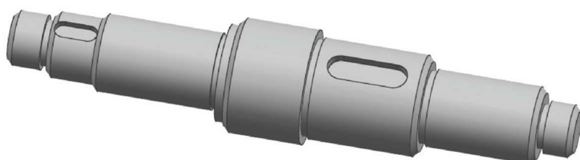


图 9-33 倒斜角的效果

步骤 7 创建螺纹特征 1。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。从“类型”选项组的下拉列表框中选择“按某一距离”选项，选择图 9-34 所示的轴端面，在“偏置”选项组的“距离”框中输入“3”，在“平面的数量”文本框中输入“1”，然后单击“确定”按钮。创建该基准平面的目的是为了要使详细螺纹特征在实体开始阶段切入自然、逼真。

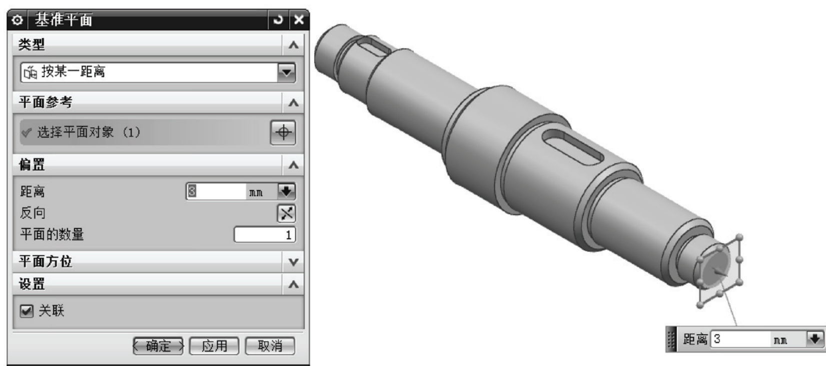


图 9-34 创建一个基准平面

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“螺纹”按钮，弹出“螺纹”对话框，在“螺纹”对话框的“螺纹类型”选项组中选择“详细”单选按钮。

3 选择图 9-35 所示的一个圆柱面。

4 在“螺纹”对话框中设置详细螺纹的参数，如图 9-36 所示。

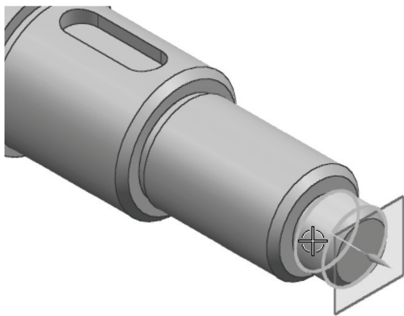


图 9-35 选择一个圆柱面



图 9-36 设置螺纹参数

5 在“螺纹”对话框中单击“选择起始”按钮，选择最近一次新建的基准平面作为起始面，接着确保螺纹轴方向由起始面指向实体材料，在图 9-37 所示的“螺纹”对话框中单击“确定”按钮，

6 核查螺纹参数，满意后单击“确定”按钮，从而完成创建一个详细螺纹，如图 9-38 所示。



图 9-37　接受默认的螺纹轴方向

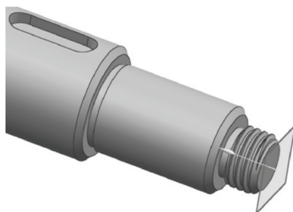


图 9-38　完成创建一个详细螺纹

步骤 8　创建螺纹特征 2。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。从“类型”选项组的下拉列表框中选择“按某一距离”选项，选择图 9-39 所示的轴端面，在“偏置”选项组的“距离”框中输入“3”，在“平面的数量”文本框中输入“1”，然后单击“确定”按钮。

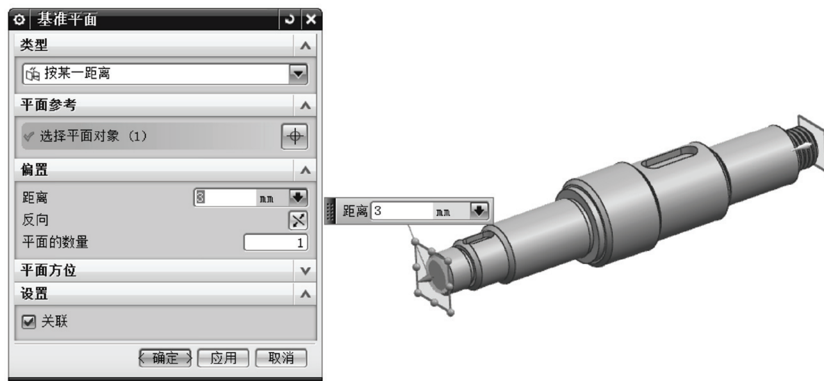


图 9-39　创建一个基准平面

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“螺纹”按钮，弹出“螺纹”对话框，接着在“螺纹类型”选项组中选择“详细”单选按钮。

3 选择图 9-40 所示的一个圆柱面。

4 在“螺纹”对话框中单击“选择起始”按钮，选择刚创建的新基准平面作为螺纹起始面，确定正确的螺纹轴方向后在图 9-41 所示的“螺纹”对话框中设置相应的螺纹参数。

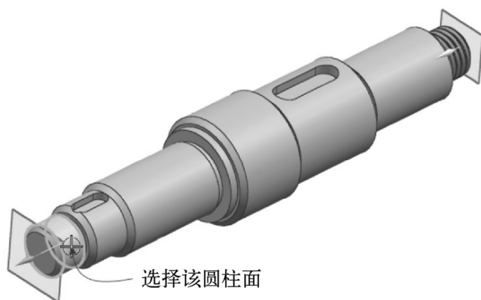


图 9-40　选择一个圆柱面



图 9-41　设置详细螺纹参数

5 单击“确定”按钮，完成创建的第 2 个详细螺纹特征如图 9-42 所示。

6 通过右键快捷菜单中的“隐藏”命令将用于辅助设计详细螺纹特征的两个基准平面隐藏起来，最后得到的模型效果如图 9-43 所示。

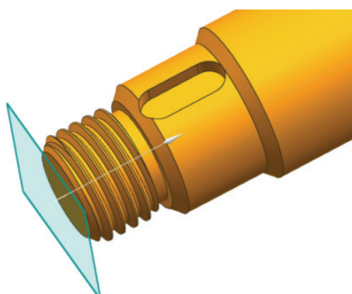


图 9-42　完成创建第 2 个详细螺纹特征

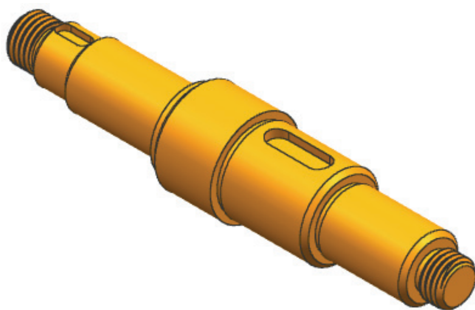
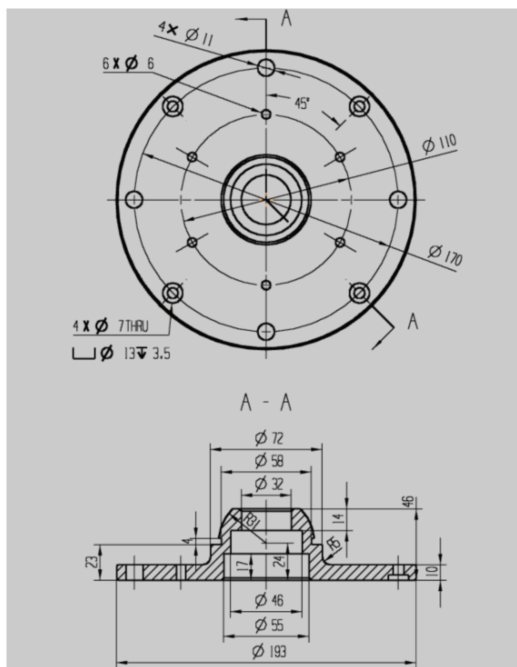


图 9-43　完成的轴零件效果

步骤 9　保存模型文件。

9.1.2 带孔圆盘零件建模范例

本小节介绍一个带孔圆盘零件的建模范例，要完成的零件效果如图 9-44 所示。该范例的建模策略是先使用“旋转”命令创建圆盘主体模型，接着在圆盘主体模型上分别创建相关的孔特征，较多均布的孔可采用“阵列”命令的“圆形”布局功能来完成，最后创建倒斜角特征和边倒圆特征即可。有兴趣的读者还可以在完成带孔圆盘零件之后，创建相应的工程图并创建尺寸注释等。



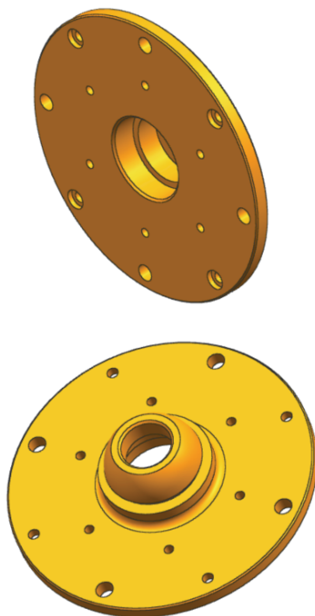


图 9-44　带孔圆盘零件

该带孔圆盘零件的建模步骤如下。

步骤 1 创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，系统弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_yp.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2 使用“旋转”命令创建回转实体。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“旋转”按钮，弹出“旋转”对话框。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。从“草图类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“在平面上”，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，默认以基准坐标系的 XC-YC 平面作为草图平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境。

3 绘制图 9-45 所示的截面图形，单击“完成草图”按钮。

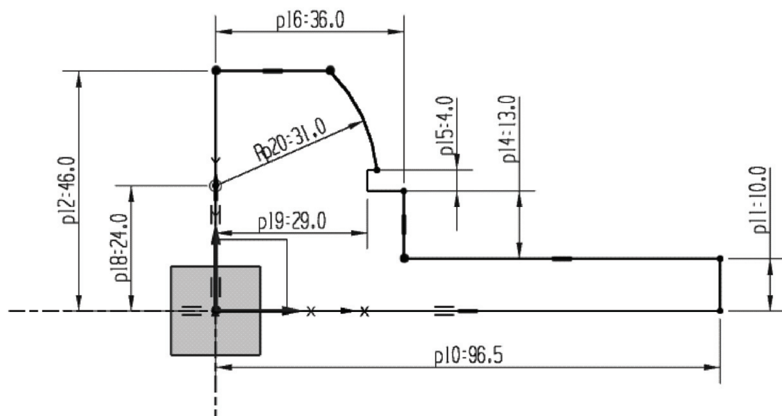


图 9-45 绘制截面图形

4 在“轴”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“自动判断的矢量”图标选项，单击“指定矢量”选项，在图形窗口中选择与 YC 轴重合的线段作为旋转轴。

5 在“限制”选项组中设置开始角度值为“0”，结束角度值为“360”；在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“应用”按钮，完成创建图 9-46 所示的旋转实体作为圆盘的主体模型。

步骤 3 以旋转的方式去除实体材料。

1 在“旋转”对话框的“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框，默认的草图类型为“在平面上”，平面方法为“自动判断”，单击“确定”按钮。

2 绘制图 9-47 所示的旋转截面，单击“完成草图”按钮。

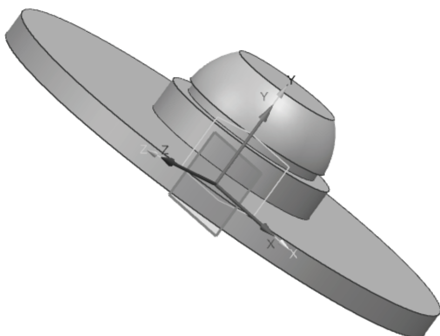


图 9-46 创建旋转实体

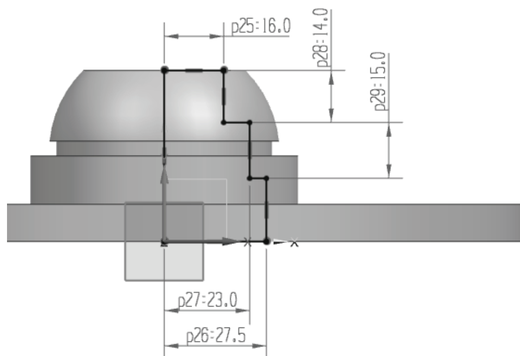


图 9-47 绘制旋转截面

3 在“轴”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项，接着单击“点构造器（点对话框）”按钮，弹出“点”对话框，从“类型”下拉列表框中选择“光标位置”，从“坐标”选项组的“参考”下拉列表框中选择“绝对-工作部件”选项，设置 X=0、Y=0、Z=0，在“偏置”选项组的“偏置选项”下拉列表框中选择“无”选项，单击“确定”按钮，返回到“旋转”对话框。

4 在“限制”选项组中，默认的开始角度值为“0”，结束角度值为“360”；从“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项；默认的偏置方式为“无”，体类型为“实体”。

5 在“旋转”对话框中单击“确定”按钮，此时主体模型效果如图 9-48 所示。

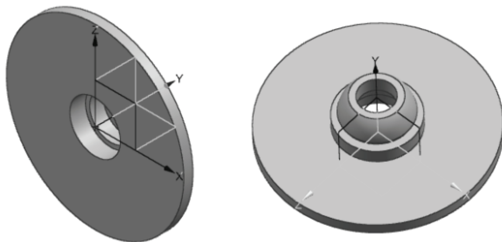


图 9-48 旋转切除材料后的主体模型效果

步骤 4 创建 4 个贯通的圆孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框。

2 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项。

3 在主体模型中单击图 9-49 所示的实体面，UG NX 系统快速进入草绘环境，利用弹出的“草图点”对话框分别绘制另外的 3 个点（单击实体面时会自动产生一个点，加上再指定的 3 个点，一共 4 个点）。为了更好地定位这 4 个点，可以绘制一条圆弧并将该圆弧转换为构造线，利用几何约束功能将 4 个点约束在该圆弧上以及约束位于相应的坐标轴上，如图 9-50 所示，然后单击“完成草图”按钮。

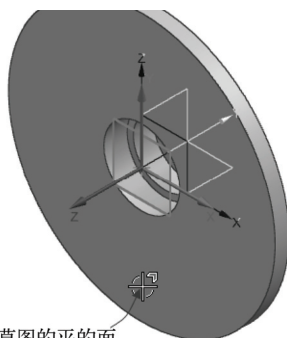


图 9-49 单击实体面以指定将在该面绘制点

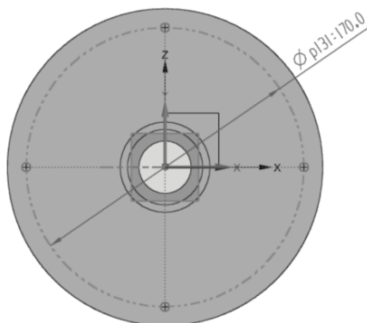


图 9-50 绘制 4 个点

4 在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”选项，在“尺寸”子选项组中设置直径为“11”，从“深度限制”下拉列表框中选择“贯通体”选项，如图 9-51 所示。

5 单击“确定”按钮，完成创建 4 个通孔（贯通的圆孔），如图 9-52 所示。



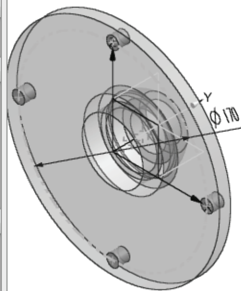


图 9-51 设置孔的形状和尺寸

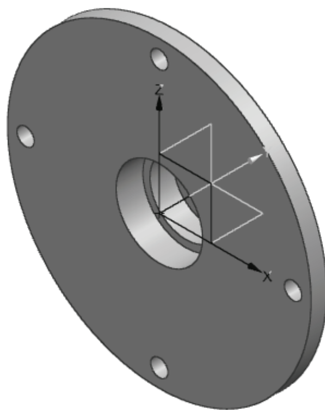


图 9-52 一次“孔”命令操作创建 4 个通孔

步骤 5 创建一个小的简单孔特征和一个沉头孔特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框，此时“类型”选项组的“类型”下拉列表框的默认类型为“常规孔”。

2 在主体模型中单击图 9-53 所示的实体面，UG NX 系统快速进入草绘环境。在弹出的“草图点”对话框中单击“关闭”按钮，单击“快速尺寸”按钮为新点创建定位尺寸，如图 9-54 所示，单击“完成草图”按钮。

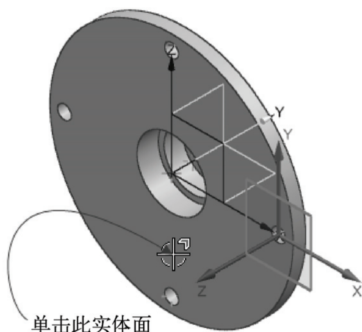


图 9-53 单击实体面

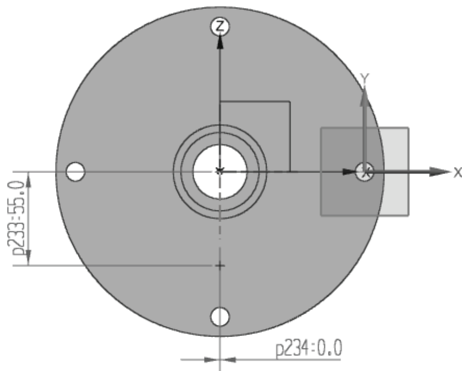


图 9-54 定位点

3 孔方向默认为垂直于面，在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”选项，设置该简单“常规孔”的直径为“6”，“深度限制”选项为“贯通体”，如图 9-55 所示。

4 单击“应用”按钮，完成创建一个直径为 6 的简单“常规孔”特征。

5 单击图 9-56 所示的实体面以在该实体面上指定一个点。



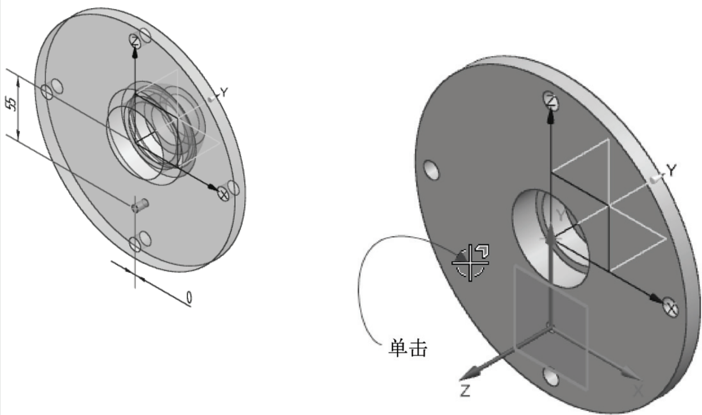


图 9-55 设置孔的形状和尺寸参数等

图 9-56 单击实体面

6 绘制经过草图点的一个圆和一条倾斜的直线段，并将圆和直线段转换为构造线，接着创建相关尺寸约束草图点，如图 9-57 所示，然后为单击“完成草图”按钮，返回到“孔”对话框。

7 在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“沉头”选项，设置“沉头直径”值为“13”，“沉头深度”值为“3.5”，“直径”值为“7”，“深度限制”方式为“贯通体”，如图 9-58 所示。

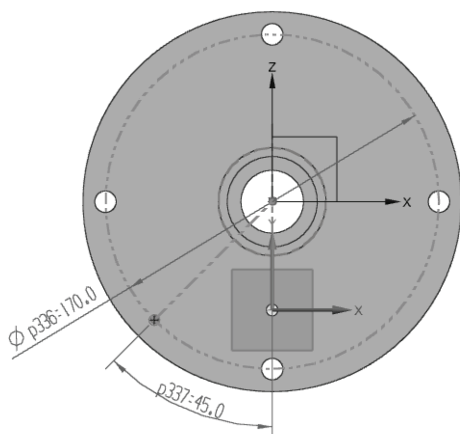


图 9-57　绘制一个草图点



图 9-58　设置沉头孔尺寸等

8 单击“确定”按钮。

步骤 6　阵列简单小孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，弹出“阵列特征”对话框。

2 选择孔直径为 6 的简单“常规孔”作为要形成阵列的特征。

3 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“圆形”选项，在“旋转轴”子选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项，从“指定点”下拉列表框中选择“圆弧中心/椭圆中心/球心”图标选项，在图形窗口中单击选择圆盘大端面圆以获取其圆心位置作为轴点，在“角度方向”子选项组的“间距”下拉列表框中选择“数量和跨距”选项，设置“数量”为“6”，“跨角”为“360”，在“辐射”子选项组中取消勾选“创建同心成员”复选框，如图 9-59 所示。

4 在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“阵列特征”选项，如图 9-60 所示。

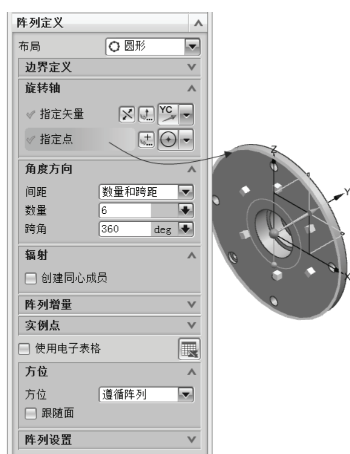


图 9-59　阵列定义

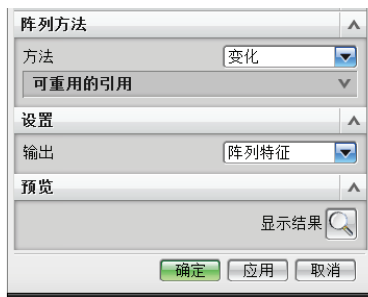


图 9-60　设置阵列方法和输出选项

阵列孔特征有一个好处是在工程制图时为孔特征创建孔标注时，可以由系统自动在孔尺寸参数前添加表示数量的“n×”信息（n 为数量），但这需要在阵列孔特征时将“阵列特征”对话框中的输出方式设置为“阵列特征”。

⑤ 单击“确定”按钮，阵列结果如图 9-61 所示。

步骤 7 阵列沉头孔特征。

① 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，弹出“阵列特征”对话框。

② 选择沉头孔特征作为要形成阵列的特征。

③ 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“圆形”选项，在“旋转轴”子选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项，从“指定点”下拉列表框中选择“圆弧中心/椭圆中心/球心”图标选项，在激活“指定点”的状态下在图形窗口中单击选择圆盘大端面圆以获取其圆心位置作为轴点，在“角度方向”子选项组的“间距”下拉列表框中选择“数量和跨距”选项，设置“数量”为“4”，“跨角”为“360”，在“辐射”子选项组中确保取消勾选“创建同心成员”复选框。

④ 在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“阵列特征”选项。

⑤ 单击“确定”按钮，完成创建沉头孔的圆形阵列如图 9-62 所示。此时可以隐藏基准坐标系。

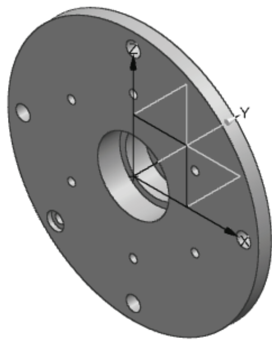


图 9-61　创建简单小孔的圆形阵列

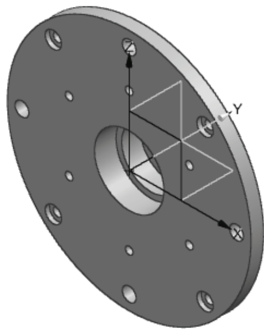


图 9-62　创建沉头孔的圆形阵列

步骤 8 创建倒斜角。

① 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框。

② 在“偏置”选项组的“横截面”下拉列表框中选择“对称”选项，在“距离”文本框中输入“1”，在“设置”选项组的“偏置方法”下拉列表框中选择“偏置面并修剪”选项。

③ 选择要倒斜角的两条边，如图 9-63 所示，单击“应用”按钮。

④ 在“偏置”选项组的“距离”文本框中将新倒角的距离值设置为“1.5”，接着选择图 9-64 所示的两条边线。

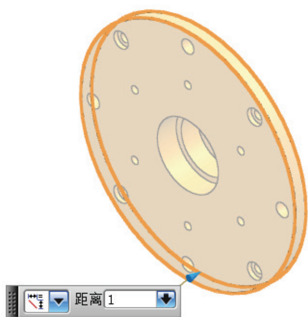


图 9-63　选择要倒斜角的两条边

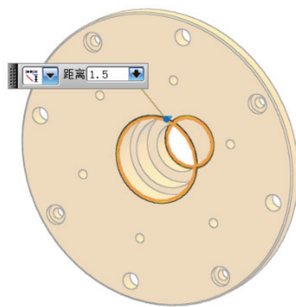


图 9-64　选择要倒斜角的另两条边

5 单击“确定”按钮。

步骤 9　创建边圆角特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，弹出“边倒圆”对话框。

2 设置形状为“圆形”，“半径 1”为“5”。

3 选择图 9-65 所示的一条边添加到当前倒圆角集。

4 单击“确定”按钮，效果如图 9-66 所示。

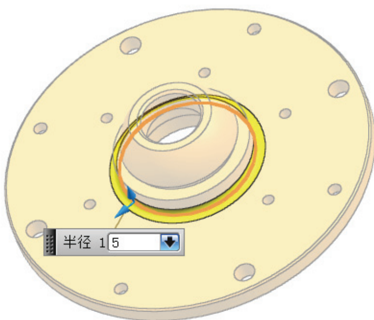


图 9-65　选择要倒圆的边

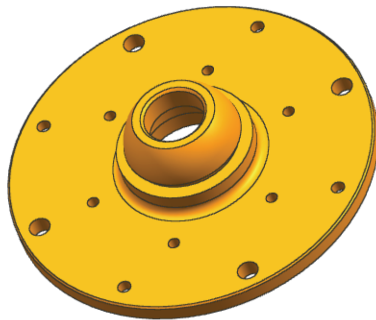


图 9-66　创建边倒圆特征后的模型效果

步骤 10　保存模型文件。

9.1.3 带轮零件建模范例

本小节介绍一个带轮零件的建模范例，该建模范例要完成的带轮零件如图 9-67 所示。考虑到带轮的结构特点，可以使用“旋转”命令创建主体模型，并使用“旋转”命令从主体模型中去除材料以构建其中一个带槽，接着使用“阵列特征”命令创建该带槽的线性阵列以构建全部的带槽，然后执行“拉伸”命令创建孔键结构和腹板孔，并使用相应工具命令在带轮零件中创建拔模特征、边倒圆特征和倒斜角特征。

该带轮零件的建模步骤如下。

步骤 1　创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，系统弹出“新建”对话框。

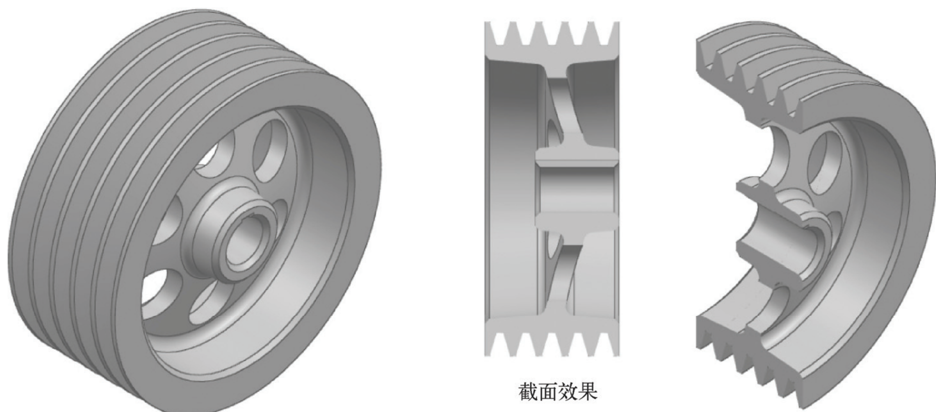


图 9-67　带轮参考效果

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_dl.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2　使用“旋转”命令创建旋转主体模型。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“旋转”按钮，弹出“旋转”对话框。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。从“草图类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“在平面上”，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“自动判断”选项，默认以基准坐标系的 XC-YC 平面作为草图平面，单击“确定”按钮，进入草图绘制环境。

3 绘制图 9-68 所示的截面图形，注意添加相关的几何约束和尺寸约束，然后单击“完成草图”按钮。

4 在“轴”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“自动判断的矢量”图标选项，单击“指定矢量”选项，在图形窗口中选择与 XC 轴重合的线段作为旋转轴。亦可在图形窗口中选择 XC 轴定义旋转轴矢量，并指定一个轴点为（0,0,0）。

5 在“限制”选项组中设置开始角度值为“0”，结束角度值为“360”；在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“应用”按钮，完成创建图 9-69 所示的旋转实体作为带轮零件的主体模型。

步骤 3　以旋转的方式去除实体材料，以构建第 1 个带槽。

1 在“旋转”对话框的“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框，默认的草图类型为“在平面上”，平面方法为“自动判断”，单击“确定”按钮。

2 绘制图 9-70 所示的旋转截面，单击“完成草图”按钮。

3 在“轴”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项，接着单

击“点构造器（点对话框）”按钮，弹出“点”对话框，从“类型”下拉列表框中选择“光标位置”，从“坐标”选项组的“参考”下拉列表框中选择“绝对-工作部件”选项，设置 X=0、Y=0、Z=0，在“偏置”选项组的“偏置选项”下拉列表框中选择“无”选项，单击“确定”按钮，返回到“旋转”对话框。

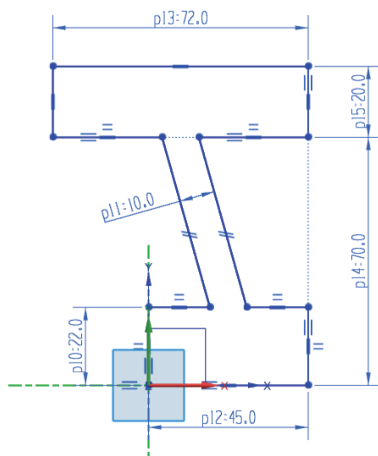
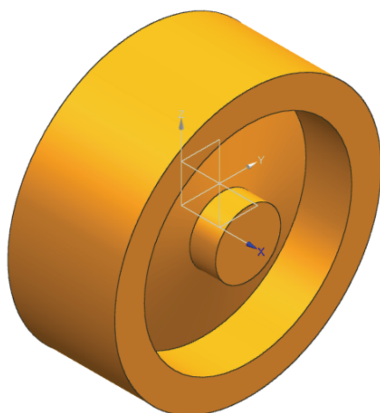


图 9-68　绘制截面图形


图 9-69　创建一个旋转实体

4 在“限制”选项组中，默认的开始角度值为“0”，结束角度值为“360”；从“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项并指定目标体；默认的偏置方式为“无”，体类型为“实体”。

5 在“旋转”对话框中单击“确定”按钮，此时在主体模型中构建了一个带槽结构，如图 9-71 所示。

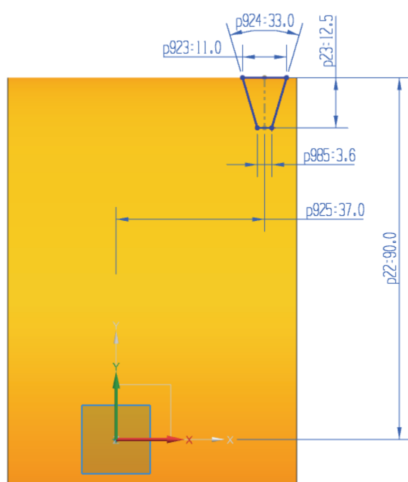
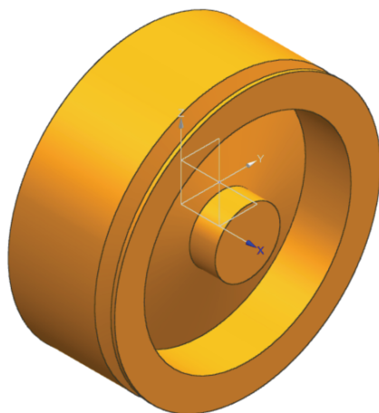


图 9-70　绘制旋转截面


图 9-71　构建一个带槽结构

步骤 4　使用“阵列特征”命令进行线性阵列操作以构建全部的带槽。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，弹出“阵列特

征”对话框。

2 选择“旋转（2）”特征（即第一个带槽）作为要形成阵列的特征。

3 从“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“线性”选项，在“方向 1”子选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项，从“间距”下拉列表框中选择“数量和节距”选项，设置“数量”为“5”，“节距”为“-14”，取消勾选“对称”复选框，另外在“方向 2”子选项组中确保取消勾选“使用方向 2”复选框，如图 9-72 所示。

4 在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“阵列特征”选项。

5 单击“确定”按钮，阵列结果如图 9-73 所示。

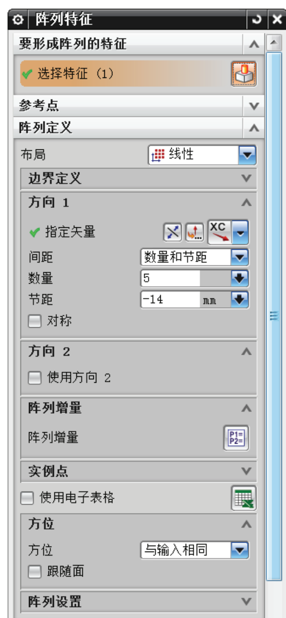


图 9-72 进行线性阵列定义

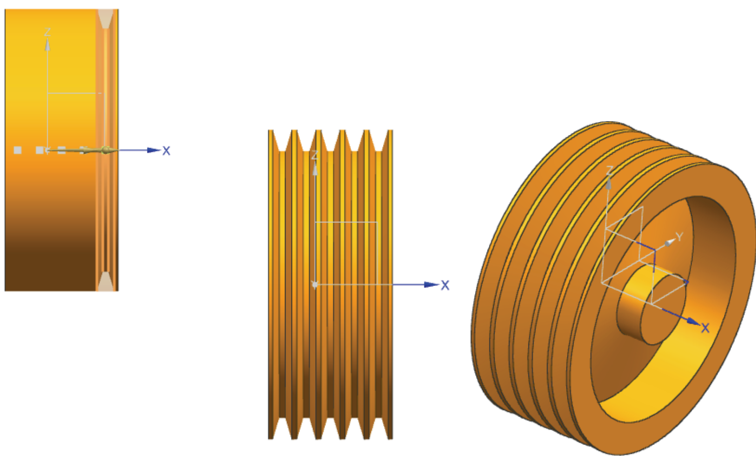


图 9-73 阵列结果

步骤 5 使用“拉伸”命令构建腹板孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框，将草图类型设置为“在平面上”，从“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“现有平面”选项，选择基准坐标系的 YC-ZC（YZ 平面），单击“确定”按钮，进入草绘环境。

3 绘制图 9-74 所示的草图，单击“完成草图”按钮，返回到“拉伸”对话框。

4 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项，在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项，设置开始距离值为“-50”，在“结束”下拉列表框中选择“值”选项，设置结束距离值为“50”。

5 从“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项，指定主体模型为目标体；从“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项；从“偏置”选项组的

“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“确定”按钮，创建好腹板孔的带轮模型如图 9-75 所示。

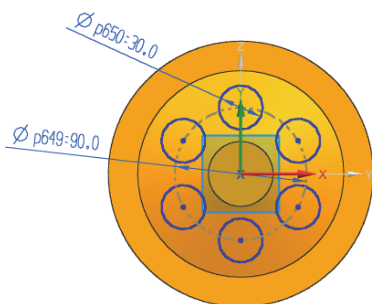


图 9-74 绘制草图

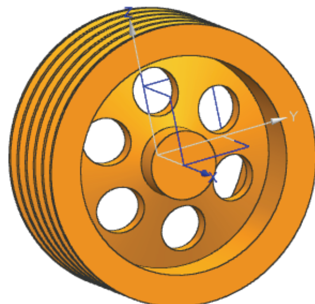


图 9-75 创建好腹板孔的带轮模型

步骤 6 使用“拉伸”命令构建孔键结构。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框，将草图类型设置为“在平面上”，从“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“现有平面”选项，选择基准坐标系的 YC-ZC（YZ 平面），单击“确定”按钮，进入草绘环境。

3 绘制图 9-76 所示的草图，单击“完成草图”按钮，返回到“拉伸”对话框。

4 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项，在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项，设置开始距离值为“-50”，在“结束”下拉列表框中选择“值”选项，设置结束距离值为“50”。

5 从“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项，指定主体模型为目标体；从“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“确定”按钮，此时带轮模型如图 9-77 所示。

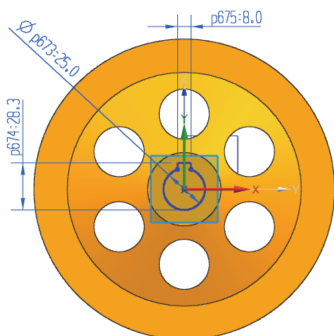


图 9-76 绘制孔键结构的拉伸截面草图

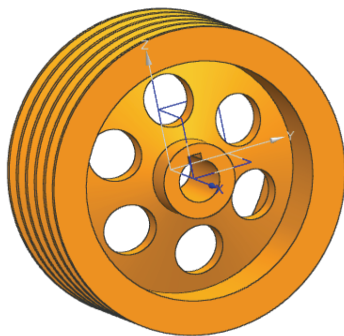


图 9-77 完成孔键结构的带轮模型

步骤 7 创建一系列拔模特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拔模”特征，弹出“拔模”对话框。

2 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“从平面或曲面”选项，接着从“脱模方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项。

3 在“拔模参考”选项组的“拔模方法”下拉列表框中选择“固定面”选项，单击“选择固定面”按钮，在模型中选择图 9-78 所示的平整实体面作为固定面，在“要拔模的面”选项组中设置拔模角度 1 为“5”，单击“面”按钮，选择图 9-78 所示的要拔模的面。在“设置”选项组的“拔模方法”下拉列表框中默认选择“等斜度拔模”选项，接受默认的距离公差和角度公差。

4 单击“应用”按钮。

5 将鼠标指针置于图形窗口中，按住鼠标中键并拖动鼠标将模型视图翻转到腹板的另一面，接着分别指定拔模类型、脱模方向、拔模参考、要拔模的面等，如图 9-79 所示，然后单击“应用”按钮。

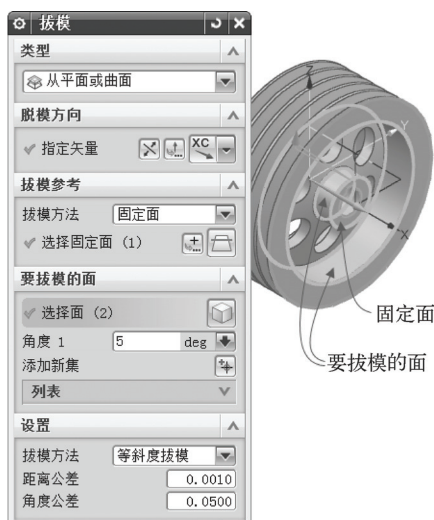


图 9-78　拔模操作 1

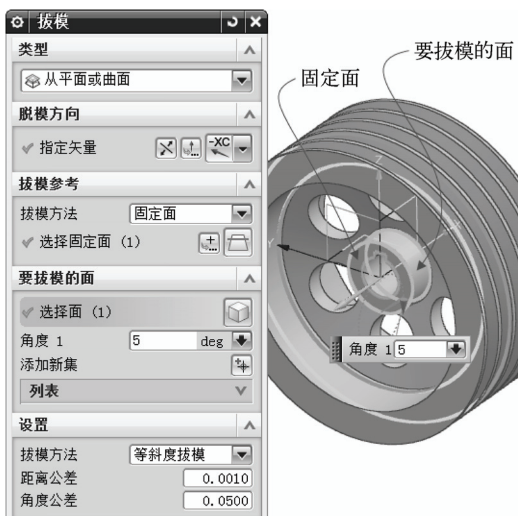


图 9-79　拔模操作 2

6 分别为拔模 3 特征指定拔模类型、脱模方向、拔模参考、要拔模的面等，如图 9-80 所示。

7 在“拔模”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 8　创建边倒圆特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，弹出“边倒圆”对话框。边倒圆的默认形状为“圆形”，将半径 1 的值设置为“5”。

2 选择要倒圆的 4 条边（腹板每侧均两条），如图 9-81 所示。

3 单击“确定”按钮，完成创建边倒圆特征，效果如图 9-82 所示。

步骤 9　创建倒斜角特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框。



图 9-80　拔模操作 3

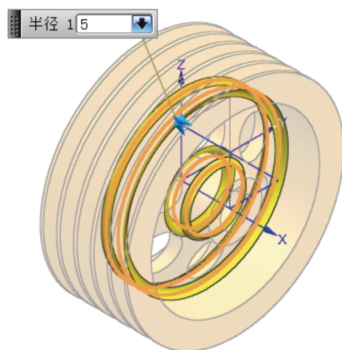


图 9-81　选择要倒圆的 4 条边线

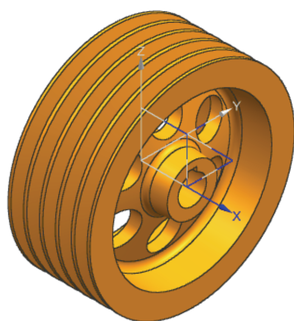


图 9-82　完成创建边倒圆特征

2 在“偏置”选项组的“横截面”下拉列表框中选择“对称”选项，在“距离”文本框中输入“2.5”，在“设置”选项组的“偏置方法”下拉列表框中选择“偏置面并修剪”选项。

3 选择要倒斜角的 6 条边（每侧各 3 条），如图 9-83 所示。

4 单击“确定”按钮，完成倒斜角后的带轮模型效果如图 9-84 所示。

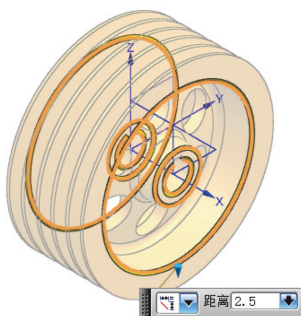


图 9-83　选择要倒斜角的边

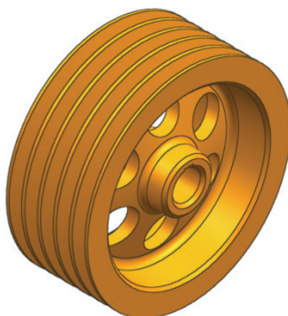


图 9-84　完成倒斜角后的模型效果

步骤 10 保存模型文件。

9.2 叉架类零件建模

叉架类零件的形状一般较为复杂且不规则，常具有不完整和倾斜的几何形体。此类零件的加工工序通常较多，主要加工位置不明显。常见的杠杆、拔叉和支架都属于此类零件。

本节介绍一个叉架类零件建模范例，该零件为踏脚座，如图 9-85 所示。该踏脚座零件的建模主要用到“草图”“沿引导线扫掠”“拉伸”“孔”和“边倒圆”等命令。

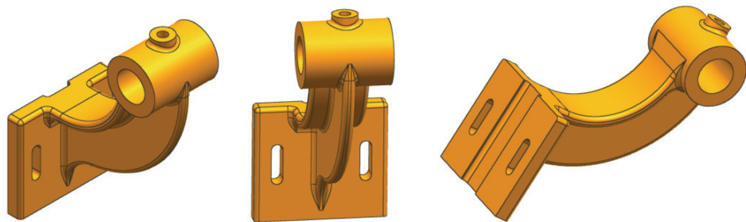


图 9-85 踏脚座零件

该踏脚座的建模步骤如下。

步骤 1 创建一个部件文件。

❶ 在启动好 UG NX 9.0 软件的情况下按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

❷ 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_tjz.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

❸ 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2 创建草图 1。

❶ 在功能区“主页”选项卡的“直接草图”组中单击“草图”按钮，弹出“创建草图”对话框。

❷ 从“草图类型”选项组的下拉列表框中选择“在平面上”，从“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“现有平面”选项，在图形窗口中选择基准坐标系的 YZ 平面，单击“确定”按钮。

❸ 以 YZ 平面为草图工作平面绘制图 9-86 所示的草图 1。

❹ 单击“完成草图”按钮。

步骤 3 创建草图 9。

使用同样的方法，以 XZ 平面作为草图工作平面绘制图 9-87 所示的草图 9。

步骤 4 使用“沿引导线扫掠”命令创建扫掠实体。

❶ 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“沿引导线扫掠”按钮，弹出图 9-88 所示的“沿引导线扫掠”对话框。

❷ 在选择条的“曲线规则”下拉列表框中选择“相连曲线”，在图形窗口中选择草图 1 曲线作为截面曲线。

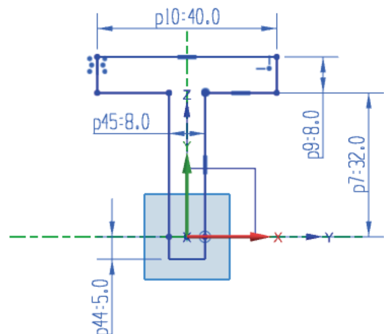


图 9-86　绘制草图 1

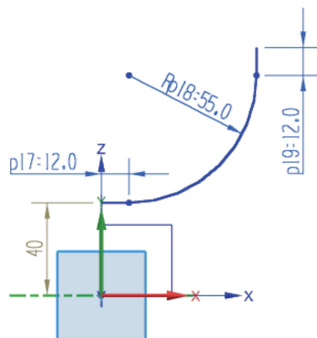


图 9-87　绘制草图 9

❸ 在“引导线”选项组中单击“曲线”按钮，在靠近截面曲线的一端单击草图 9 曲线以选择整条草图曲线 2 作为引导线。

❹ 在“偏置”选项组中确保将“第一偏置”值和“第二偏置”值均设置为“0”，在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中默认选择“无”选项，在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项，接受默认的尺寸链公差和距离公差。

❺ 单击“确定”按钮，沿着引导线扫掠得到的实体模型如图 9-89 所示。



图 9-88　“沿引导线扫掠”对话框

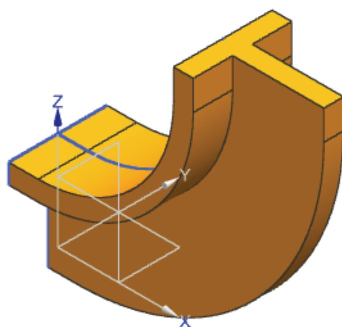


图 9-89　沿引导线扫掠

步骤 5　创建拉伸实体特征。

❶ 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

❷ 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。将草图类型设为“在平面上”，草图平面的平面方法为“现有平面”，选择基准坐标系的 XY 平面作为草图平面，单击“确定”按钮，进入草图任务环境。

❸ 绘制图 9-90 所示的拉伸截面，单击“完成”按钮，完成草图并退出草图任务环境。

❹ 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“ZC 轴”图标选项 ZC，以设

置拉伸方向矢量为指向 ZC 轴正方向。

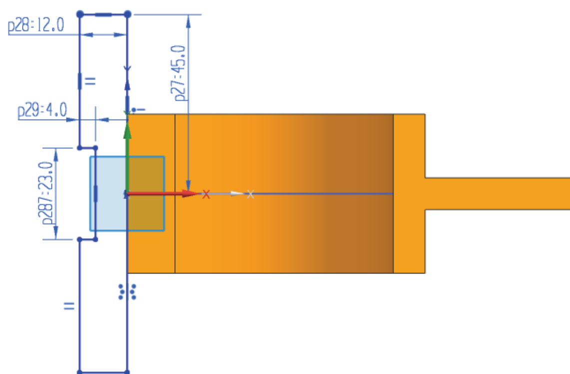


图 9-90　绘制拉伸截面

5 在“限制”选项组中，从“开始”下拉列表框中选择“值”选项，在其对应的“距离”框中输入“-40”，从“结束”下拉列表框中选择“值”选项，在其对应的“距离”框中输入“40”。在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项，指定已有实体为目标体。拔模选项和偏置选项均默认为“无”，“体类型”确保为“实体”。相关的具体设置如图 9-91 所示。

6 单击“确定”按钮，完成创建该实体特征后的模型效果如图 9-92 所示（图中已经将“草图 1”特征和“草图 9”特征隐藏）。



图 9-91　拉伸的相关具体设置

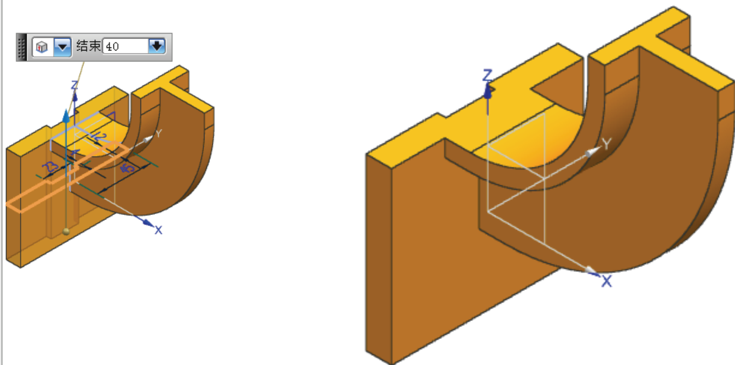


图 9-92　创建一个拉伸实体特征

步骤 6　创建一个圆柱形的拉伸实体特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。将草图类型设为“在平面上”，草图平面的平面方法为“现有平面”，选择基准坐标系的 XZ 平面作

为草图平面，单击“确定”按钮，进入草图任务环境。

3 绘制图 9-93 所示的圆形的拉伸截面，注意相关的几何约束。为了让读者更好地读取该圆的大小和位置关系，图中特意标注了 3 个参考尺寸。单击“完成”按钮，完成草图并退出草图任务环境。

4 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项。

5 在“限制”选项组中设置采用“对称值”方式，在“距离”框中输入“30”，表示往以对称的方式向草图平面两侧拉伸，两侧的拉伸距离均为“30”。

6 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项，指定已有实体模型为目标体；拔模选项和偏置选项均默认为“无”，体类型为“实体”。

7 单击“确定”按钮，此时实体模型如图 9-94 所示。

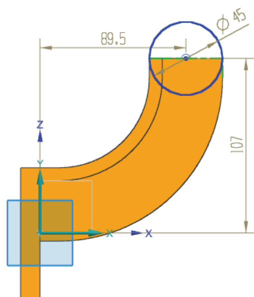
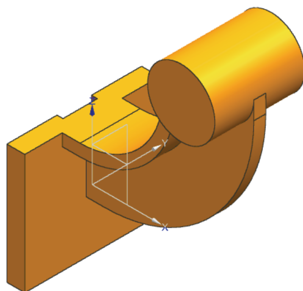


图 9-93 绘制圆形的拉伸截面


图 9-94 完成创建一个圆柱形的实体特征

步骤 7 创建贯通的圆孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框。

2 在“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项，在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”选项，在“尺寸”子选项组的“直径”框中输入“26”，从“深度限制”下拉列表框中选择“贯通体”选项。

3 确保在选择条中选中“圆弧中心”图标，在图形窗口中选择图 9-95 所示的圆以获取其圆心位置作为孔的一个放置点。

4 核查孔的相关尺寸是否正确，然后单击“确定”按钮，完成创建一个贯通的圆孔，如图 9-96 所示。

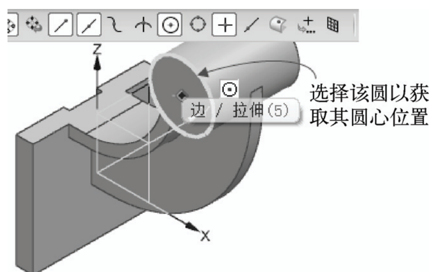
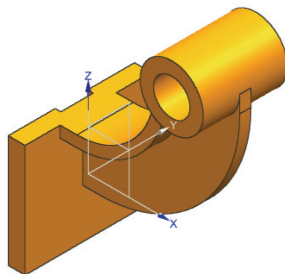


图 9-95 指定孔的放置点


图 9-96 创建一个贯通的圆孔

步骤 8 创建一个基准平面。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“基准平面”按钮，弹出“基准平面”对话框。

2 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“按某一距离”选项，选择基准坐标系的 XY 平面作为平面参考，在“偏置”选项组的“距离”框中输入“135”，如图 9-97 所示。

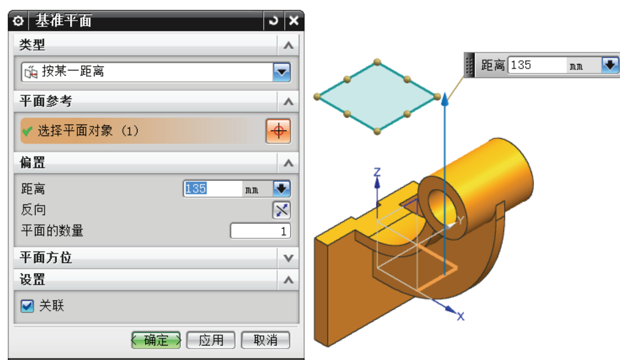


图 9-97 “基准平面”对话框

3 单击“确定”按钮。

步骤 9 创建一个拉伸实体特征以形成一个圆凸台。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 在上步刚创建的基准平面的显示边框处单击，快速进入草图任务环境，绘制图 9-98 所示的一个草图，单击“完成”按钮。

3 在“方法”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“-ZC 轴”图标选项。

4 分别在“限制”选项组、“布尔”选项组、“拔模”选项组、“偏置”选项组和“设置”选项组中设置相关的选项、参数，如图 9-99 所示。

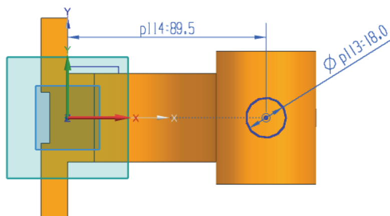


图 9-98 绘制草图

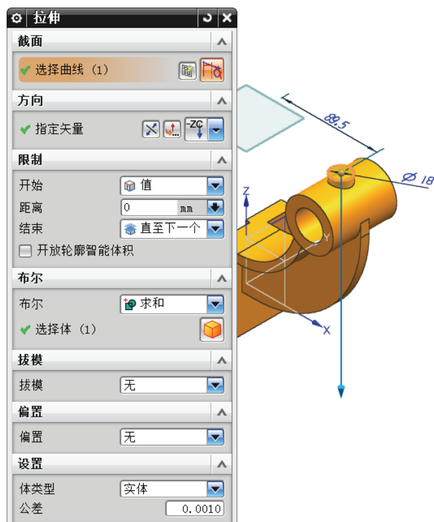


图 9-99 设置拉伸限制条件和布尔选项等

5 单击“确定”按钮。完成该拉伸操作后，将先前所创建的基准平面隐藏。

步骤 10　创建简单孔特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框。

2 选择图 9-100 所示的圆心点作为孔的放置点。

3 孔方向方式为“垂直于面”，在“形状和尺寸”选项组的“成形”下拉列表框中选择“简单”选项，并设置图 9-101 所示的尺寸参数。

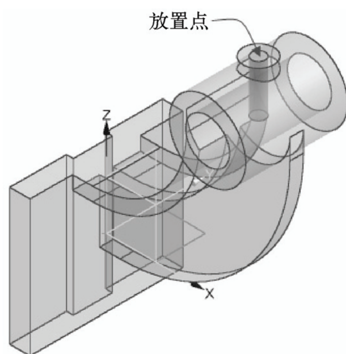


图 9-100　指定放置点

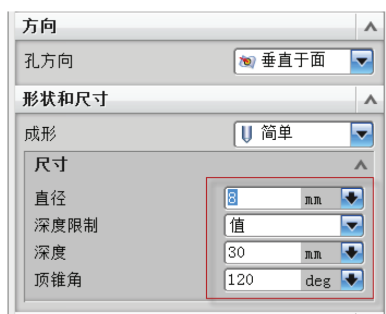


图 9-101　设置孔的尺寸参数

4 单击“确定”按钮。

步骤 11　在座板上创建两个安装孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 选择 YZ 平面作为草图工作平面，绘制图 9-102 所示的截面草图，然后单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“-XC”图标选项。

4 在“限制”选项组中设置开始距离值为“0”，结束距离值为“30”，取消勾选“开放轮廓智能体积”复选框。

5 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项以指定已有实体为目标体，在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项，在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项，在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“确定”按钮，完成效果如图 9-103 所示。

步骤 12　创建一个半径为 30 的边倒圆特征。

1 将基准坐标系隐藏，接着在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，弹出“边倒圆”对话框。

2 设置形状为“圆形”，“半径 1”为“30”。

3 选择图 9-104 所示的一条边作为要倒圆的边。

4 单击“确定”按钮，完成创建一个边倒圆特征。

步骤 13　创建半径为 10 的边倒圆特征。

使用同样的方法，在 4 条边处创建半径为 10 的边倒圆特征，如图 9-105 所示。



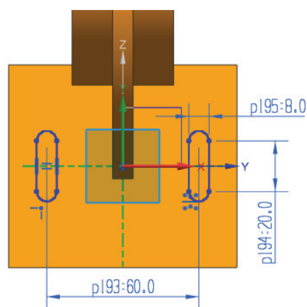


图 9-102　绘制截面草图

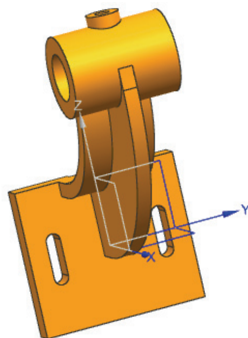
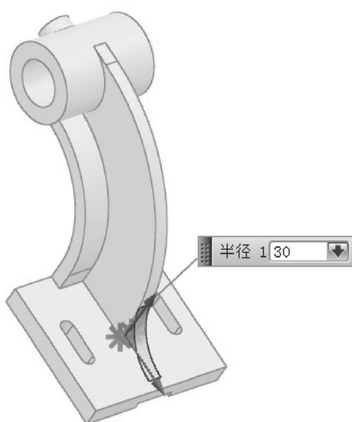
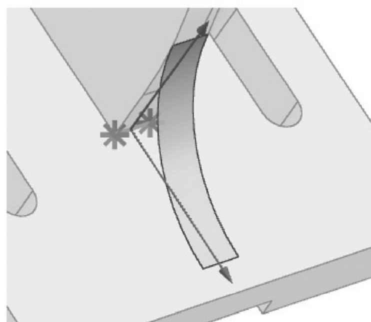


图 9-103　创建两个安装孔





局部详图

图 9-104　选择一条要倒圆的边

步骤 14　创建半径为 3 的其他边倒圆特征。

使用同样的方法，分别创建半径为 3 的其他边倒圆特征，这些边倒圆较多，创建顺序可灵活把握，这里给出创建好全部边倒圆特征后的模型参考效果，如图 9-106 所示。

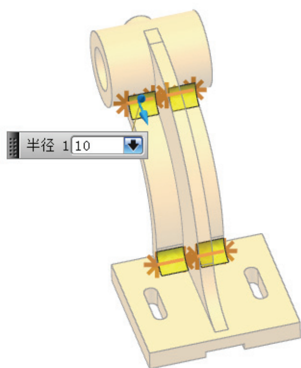


图 9-105　创建半径为 10 的边倒圆特征

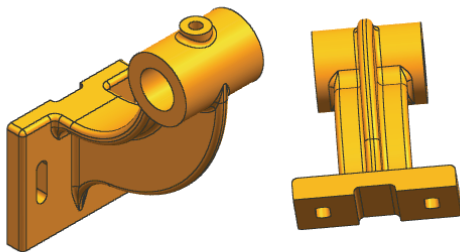


图 9-106　创建好其他边倒圆特征

步骤 15　保存模型文件。

9.3 箱体类零件建模

箱体类零件是机器中的主要零件之一，一般起支承、容纳、零件定位和安全保护等作用。箱体类零件的结构特点是常用薄壁围成一定的空腔，其内、外结构通常较为复杂，箱体上常设计有支承孔、凸台、放油孔、肋板、螺纹孔、螺栓孔、销孔和其他安装结构等。箱体类零件多为铸造件，具有许多铸造工艺结构，如铸造圆角、铸件壁厚、拔模斜度等。

本节讲解如何设计图 9-107 所示的一个箱体零件的实体模型。在该综合建模范例中，主要应用“拉伸”“凸台”“抽壳”“镜像特征”“孔”“腔体”“边倒圆”“阵列特征”和“倒斜角”等工具命令。

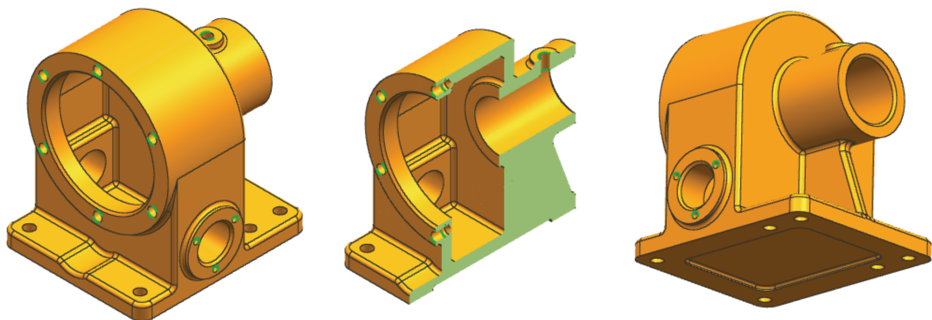


图 9-107 范例要完成的箱体零件模型

该箱体的建模步骤如下。

步骤 1 创建一个部件文件。

1 在启动好 UG NX 9.0 软件的情况下按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_xt.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2 创建拉伸实体特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 选择 XZ 平面进入草图任务环境，绘制图 9-108 所示的拉伸截面，单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项，在“限制”选项组中设置以“对称值”方式进行拉伸，每侧拉伸距离各为“36”，如图 9-109 所示。

4 单击“确定”按钮，完成创建一个拉伸实体特征。

步骤 3 创建凸台特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“凸台”按钮，弹出“凸台”对话框。



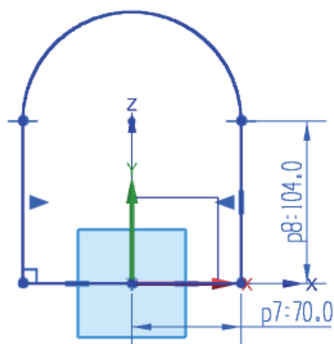


图 9-108 绘制拉伸截面

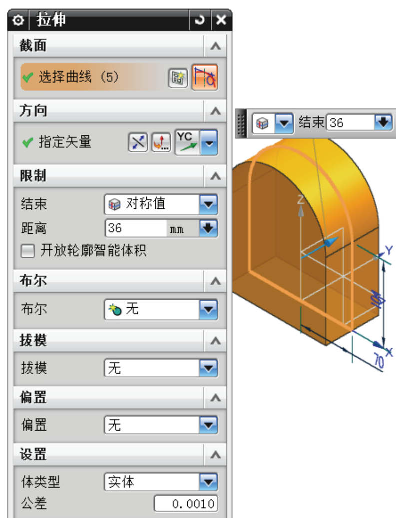


图 9-109 设置拉伸方向和限制条件等

2 选择平的放置面，在本例中选择图 9-110 所示的实体面作为凸台的放置面。

3 在“凸台”对话框中设置图 9-111 所示的参数，单击“确定”按钮。

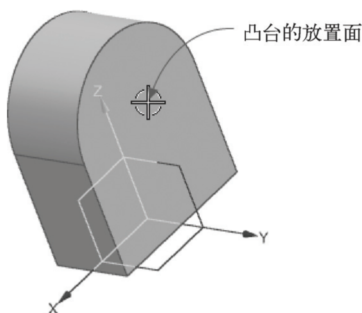


图 9-110 指定凸台的放置面



图 9-111 “凸台”对话框

4 弹出“定位”对话框，在“定位”对话框中单击“点落在点上”按钮，接着选择目标对象，在这里选择图 9-112 所示的圆弧边作为目标对象，并在“设置圆弧的位置”对话框中单击“圆弧中心”按钮，从而完成凸台的定位，效果如图 9-113 所示。

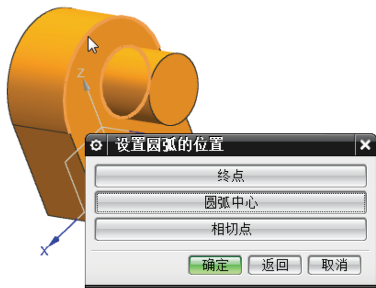


图 9-112 选择目标对象

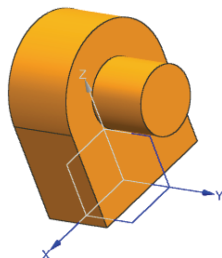


图 9-113 完成定位凸台

步骤 4 抽壳操作。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“抽壳”按钮，弹出“抽壳”对话框。

2 从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“移除面，然后抽壳”选项。

3 选择凸台端面作为要移除的面，如图 9-114 所示。

4 在“厚度”选项组的“厚度”文本框中输入“10”，以设置抽壳的基本厚度为“10”。

5 展开“备选厚度”选项组，单击“抽壳设置”按钮，选择模型底面作为要指定新厚度的面，设置该“厚度 1”为“11”，如图 9-115 所示。

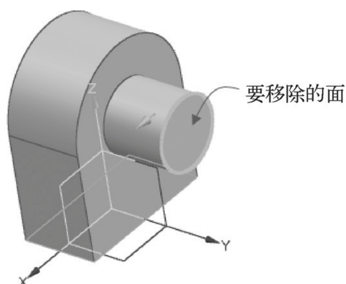


图 9-114 选择要移除的面

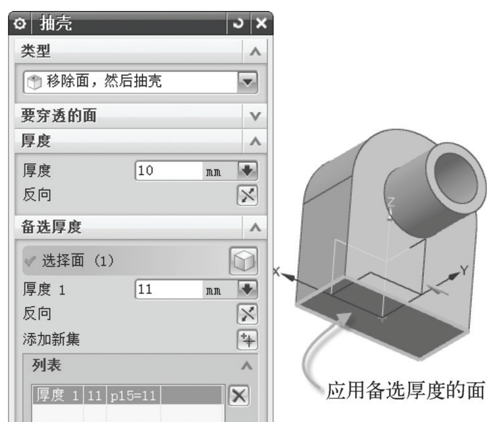


图 9-115 指定备选厚度的面及其厚度值

6 单击“确定”按钮。

步骤 5 创建拉伸特征以形成一个凸台形体。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 选择要草绘的平的面，如图 9-116 所示，进入草绘任务环境，绘制图 9-117 所示的一个圆，单击“完成”按钮。

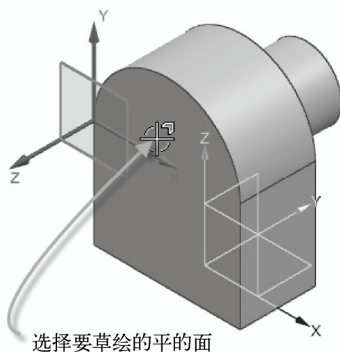


图 9-116 选择实体面以定义草绘平面

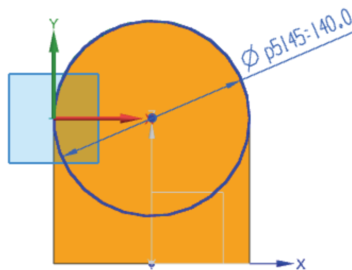


图 9-117 绘制截面草图

3 选择“-YC 轴”图标选项定义拉伸方向。

4 在“限制”选项组中设置开始距离值为“0”，结束距离值为“6”；在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项，其他采用默认设置。

5 单击“确定”按钮，得到的实体模型如图 9-118 所示。

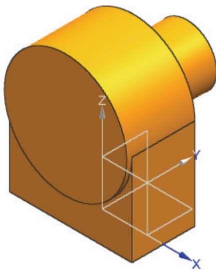


本步骤得到的实体模型也可以采用“凸台”按钮来完成。

步骤 6 以拉伸的方式切除出一个圆形的开口。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 选择要草绘的平的面，如图 9-119 所示，进入草绘任务环境，绘制图 9-120 所示的一个圆，单击“完成”按钮。


图 9-118 拉伸出凸台形体

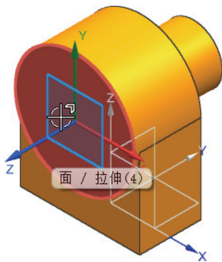


图 9-119 选择要草绘的平的面

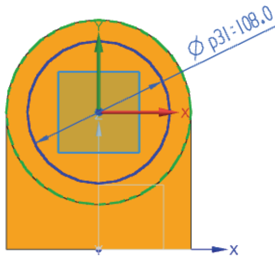


图 9-120 绘制一个圆

3 选择“YC 轴”图标选项定义拉伸方向。

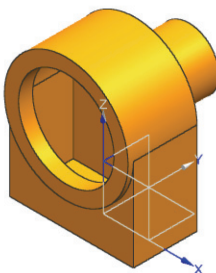
4 在“限制”选项组中设置开始距离值为“0”，结束距离值为“20”；在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项并指定目标体，其他采用默认设置。

5 单击“确定”按钮，完成在实体模型中切除出一个圆形的开口，如图 9-121 所示。

步骤 7 以拉伸的方式在实体模型中添加材料。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 选择要草绘的平的面，如图 9-122 所示，系统快速自动地进入草绘任务环境，绘制图 9-123 所示的两个圆，单击“完成”按钮。


图 9-121 形成一个开口

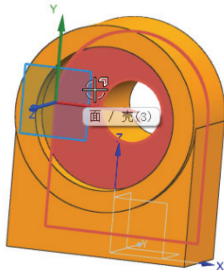


图 9-122 选择要草绘的平的面

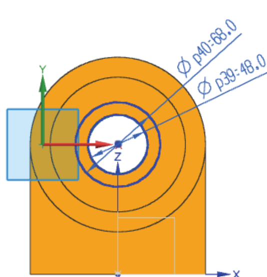


图 9-123 绘制两个圆

3 选择“-YC 轴”图标选项定义拉伸方向，确保拉伸方向为所需。

4 在“限制”选项组中设置开始距离值为“0”，结束距离值为“5”；在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项并指定目标体，其他采用默认设置。

5 单击“确定”按钮，完成在实体模型构建图 9-124 所示的结构。

步骤 8 以拉伸的方式在实体模型的一个侧面搭建处一个圆形凸台（圆台）。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，选择所需侧面作为草图平面，绘制图 9-125 所示的截面，单击“完成”按钮，设置向外拉伸为“5”，形成一个圆形凸台（布尔选项需为“求和”），并且在拉伸时设置拔模选项为“从起始限制”，拔模角度为“6”，得到的操作结果如图 9-126 所示。当然，此圆形凸台也可以采用“凸台”按钮来创建，即单击“凸台”按钮后，选择该侧面作为凸台的平整放置面，接着设置凸台的参数（直径为“56”，高度为“5”，锥角为“6”），然后创建相应的定位尺寸定位该凸台在侧面上的位置即可。

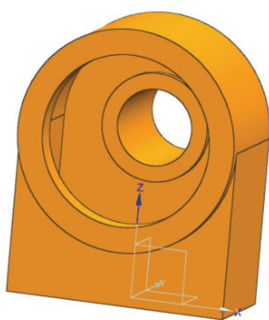


图 9-124 拉伸求和

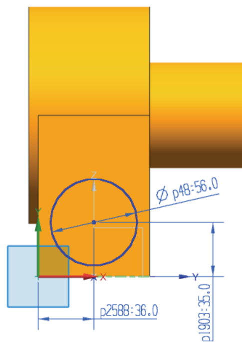


图 9-125 绘制截面

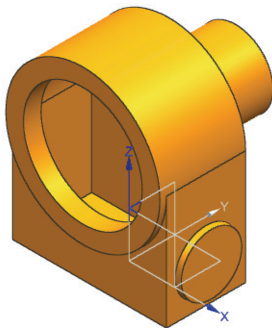


图 9-126 拉伸结果

步骤 9 继续拉伸操作以在腔体内部增加材料。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 单击图 9-127 所示的实体面，系统快速自动地进入草绘任务环境，绘制图 9-128 所示的一个长方形，注意相关约束关系，单击“完成”按钮。

3 选择“-XC 轴”图标选项定义拉伸方向沿着 XC 轴的负方向。

4 在“限制”选项组中设置开始距离值为“0”，结束距离值为“20”；在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项并指定目标体，其他采用默认设置。

5 单击“确定”按钮，完成在实体模型构建图 9-129 所示的结构。

步骤 10 在箱体另一个侧面也创建类似结构。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“镜像特征”按钮，弹出“镜像特征”对话框。

2 选择与 YZ 坐标面平行的侧面上的圆台作为要镜像的特征。

3 在“镜像平面”选项组的“平面”下拉列表框中选择“现有平面”选项，单击“平面”按钮，在图形窗口中选择 YZ 坐标面。

4 单击“应用”按钮。

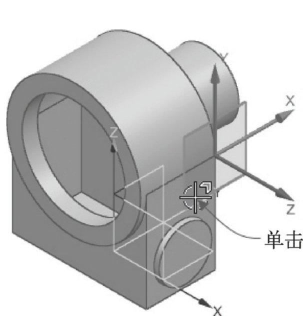


图 9-127　单击实体面

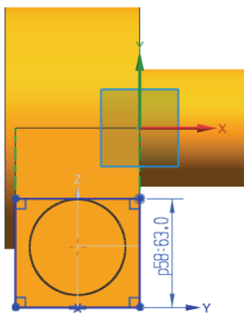


图 9-128　绘制截面

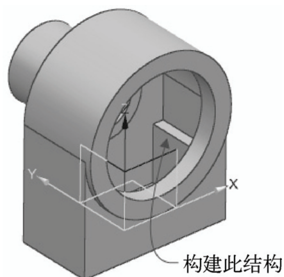


图 9-129　拉伸结果

5 选择步骤 9 创建的拉伸实体特征作为要镜像的特征，并在“镜像平面”选项组的“平面”下拉列表框中选择“现有平面”选项，单击“平面”按钮，在图形窗口中选择 YZ 坐标面，然后单击“确定”按钮。



在箱体另一个侧面上创建类型结构，也可以采用“拉伸”命令。当然，对于具有对称关系的特征、结构，先创建其中一半，另一半可采用镜像的方式来完成。镜像操作通常是比较高效的方法。

步骤 11　创建孔特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框，接着从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“常规孔”选项。

2 选择图 9-130 所示的圆心点作为孔的放置位置点，孔方向方式为“垂直于面”，并在“形状和尺寸”选项组中设置相应的选项和参数。

3 单击“确定”按钮，结果如图 9-131 所示。



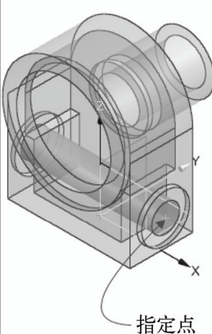


图 9-130　指定点并进行相关设置

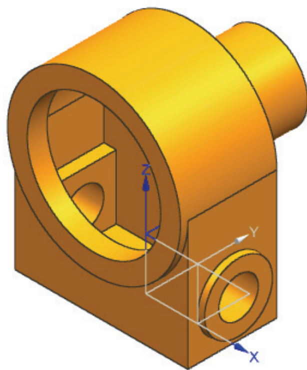


图 9-131　创建“贯通体”的简单孔

步骤 12　创建一个小圆台。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，弹出“拉伸”对话框。

2 在“截面”选项组中单击“绘制截面”按钮，弹出“创建草图”对话框。从“草图类型”选项组的下拉列表框中选择“在平面上”，在“草图平面”选项组的“平面方法”下拉列表框中选择“创建平面”选项，从“指定平面”下拉列表框中选择“按某一距离”图标选项，选择 XY 平面，输入偏离距离为“142”，如图 9-132 所示，单击“确定”按钮。

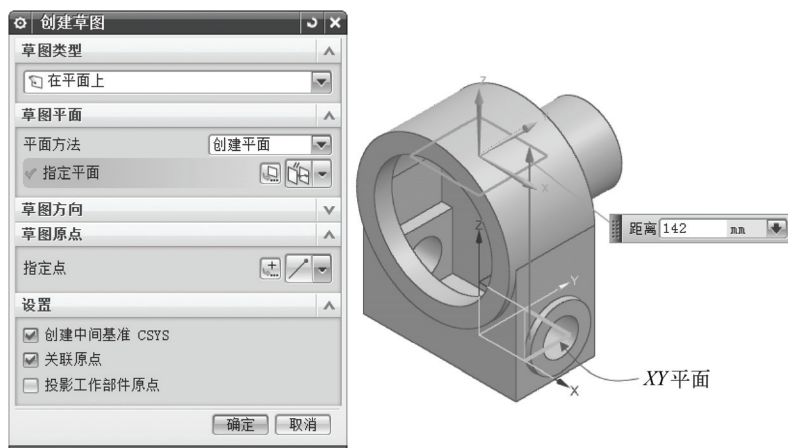


图 9-132 创建平面

3 绘制图 9-133 所示的一个圆，单击“完成”按钮，返回到“拉伸”对话框。

4 选择“-ZC”图标选项定义拉伸方向。也可以选择“ZC”图标选项并单击“反向”按钮。

5 在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项，并设置开始距离值为“0”，接着从“结束”下拉列表框中选择“直至下一个”选项；在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项并指定目标体；在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“从起始限制”选项，设置拔模角度为“-5”（具体拔模角度为正值还是负值需要结合预览效果来最终确定）。具体设置如图 9-134 所示。

6 单击“确定”按钮。

步骤 13 在刚创建的小圆台上创建一个螺纹孔特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框，接着从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“螺纹孔”选项。

2 捕捉选择图 9-135 所示的圆心点作为螺纹孔的放置位置。

3 孔方向默认为“垂直于面”，在“形状和尺寸”选项组中设置图 9-136 所示的螺纹尺寸等内容。

4 单击“确定”按钮。

步骤 14 创建箱体的底板。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”对话框。



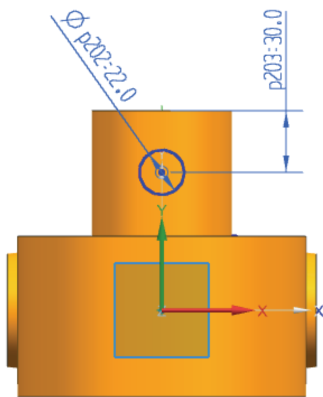


图 9-133　绘制一个圆

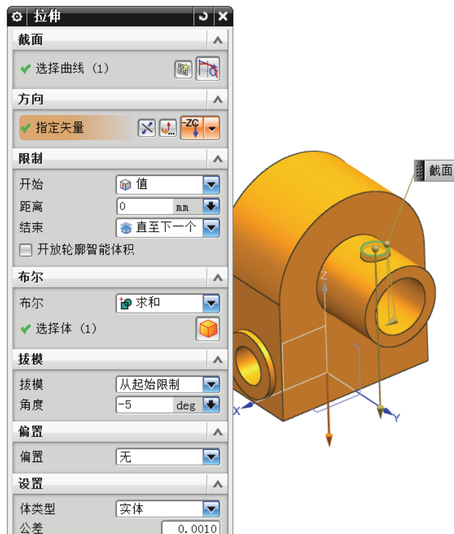


图 9-134　拉伸操作的相关设置

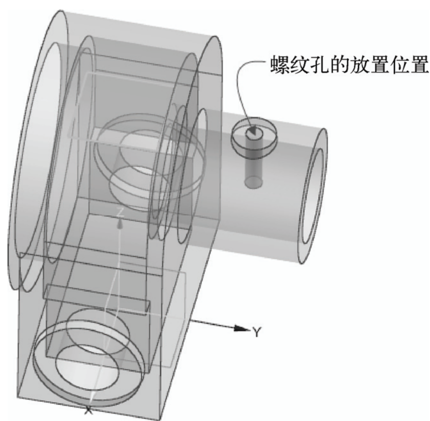


图 9-135　指定螺纹孔的放置位置

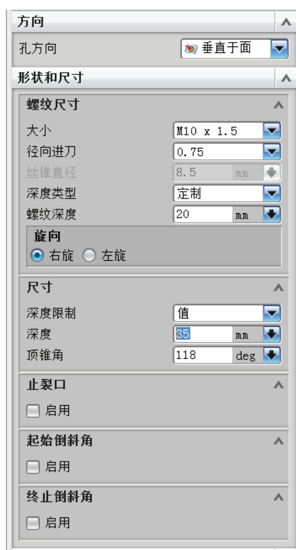


图 9-136　设置螺纹尺寸等

2 选择 XY 坐标面作为草图平面，绘制图 9-137 所示的图形，单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“ZC 轴”图标选项。

4 在“限制”选项组中设置开始距离值为“-3”，结束距离值为“11”。

5 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项，并确保已有实体作为求和的目标体；在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项，在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项，在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项，接受默认的公差值。

6 单击“确定”按钮，创建箱体的底板如图 9-138 所示。

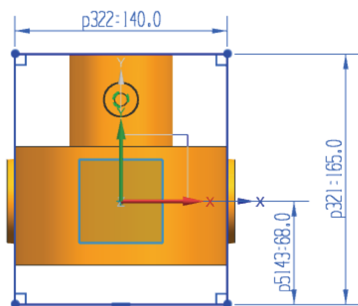


图 9-137 绘制图形

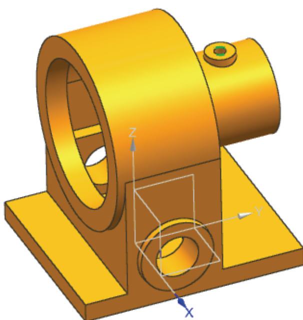


图 9-138 创建箱体的底板

步骤 15 在底板底面创建矩形腔体。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“腔体”按钮，接着在弹出的“腔体”对话框中单击“矩形”按钮，如图 9-139 所示。

2 选择底板底面作为矩形腔体的平整放置面，如图 9-140 所示。

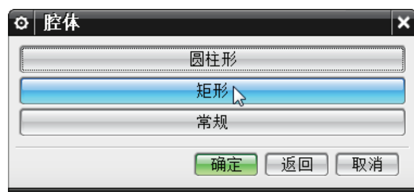


图 9-139 “腔体”对话框

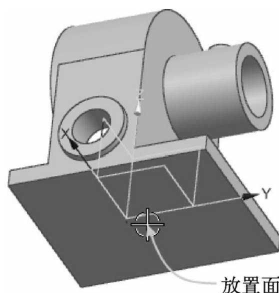


图 9-140 指定矩形腔体的平整放置面

3 选择 X 轴作为水平参考，弹出“矩形腔体”对话框。

4 在“矩形腔体”对话框中设置矩形腔体参数，如图 9-141 所示，单击“确定”按钮，弹出图 9-142 所示的“定位”对话框。



图 9-141 设置矩形腔体参数

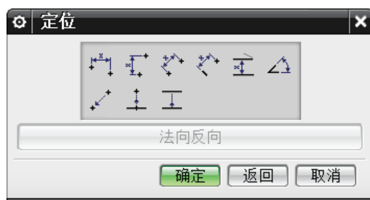


图 9-142 “定位”对话框

5 在“定位”对话框中单击“垂直”按钮，依次选择目标边和工具边，接着在弹出的“创建表达式”对话框中设置新的定位值，如图 9-143 所示，单击“确定”按钮。

6 在“定位”对话框中再单击“垂直”按钮，依次选择目标边和工具边，接着在弹出的“创建表达式”对话框中设置新的定位值，如图 9-144 所示，单击“确定”按钮。

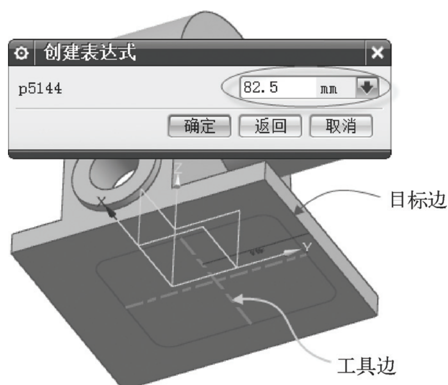


图 9-143　创建定位尺寸 1

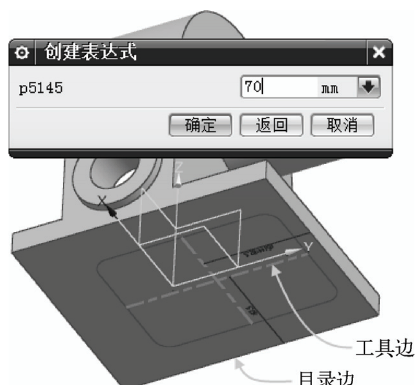


图 9-144　创建定位尺寸 2

7 在“定位”对话框中单击“确定”按钮，完成创建矩形腔体的效果如图 9-145 所示。

8 在图 9-146 所示的“矩形腔体”对话框中单击“关闭”按钮。

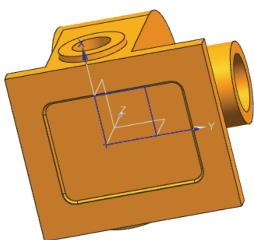


图 9-145　完成矩形腔体



图 9-146　“矩形腔体”对话框

步骤 16　在底板上创建边倒圆特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，系统弹出“边倒圆”对话框。

2 倒圆形状为“圆形”，将“半径 1”的值设置为“10”，在底板上选择图 9-147 所示的 4 条短边线作为要倒圆的边。

3 单击“确定”按钮，创建该边倒圆的结果如图 9-148 所示。

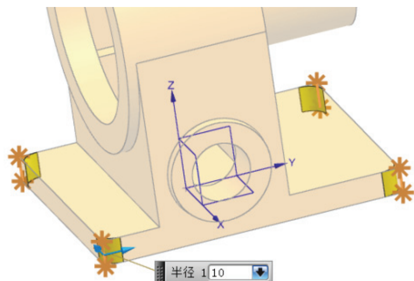


图 9-147　选择要倒圆的边

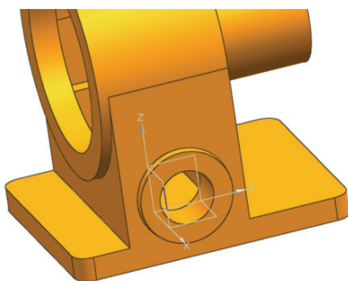


图 9-148　创建边倒圆的结果

步骤 17　使用“拉伸”命令在底板上创建 6 个定位孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”对话框。



2 选择 XY 坐标面作为草图平面，绘制图 9-149 所示的图形，单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“ZC 轴”图标选项。

4 在“限制”选项组中设置以“对称值”方式拉伸截面图形，每侧的拉伸距离均为“20”。

5 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项并使当前实体作为目标体；在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项；在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“确定”按钮，拉伸求差的结果如图 9-150 所示。

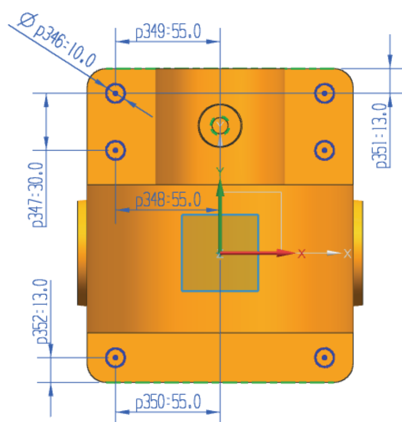


图 9-149　绘制图形

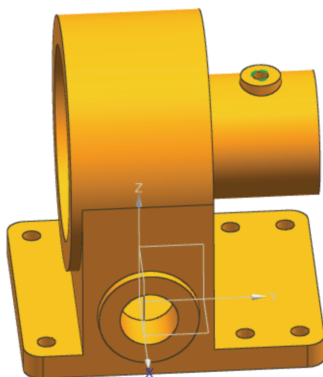


图 9-150　拉伸求差的结果

步骤 18　使用“拉伸”命令创建筋板结构。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”对话框。

2 选择 YZ 坐标面作为草图平面，绘制图 9-151 所示的图形，单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“XC 轴”图标选项。

4 在“限制”选项组中设置以“对称值”方式拉伸截面图形，每侧拉伸距离均为“5”。

5 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求和”选项并使当前实体作为目标体；在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项；在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“确定”按钮，通过“拉伸求和”生成的筋板结构如图 9-152 所示。

步骤 19　创建边倒圆特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，系统弹出“边倒圆”对话框。

2 倒圆形状为“圆形”，将“半径 1”的值设置为“5”，在筋板与圆凸台相接处选择图 9-153 所示的一条短边线作为要倒圆的边。

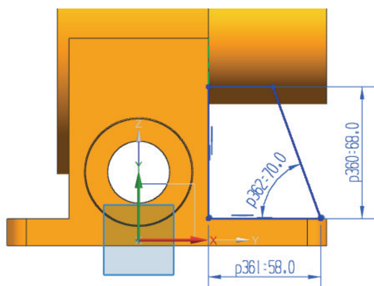


图 9-151　绘制草图

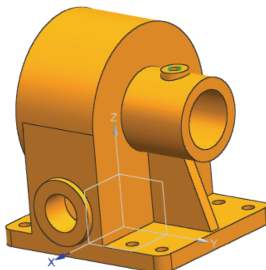


图 9-152　生成筋板

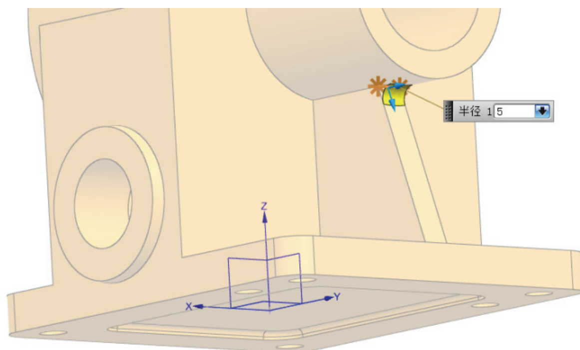


图 9-153　选择要倒圆的边

3 单击“确定”按钮。

步骤 20　在箱体大圆口的环形端面上创建一个螺纹孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，弹出“孔”对话框，接着从“类型”选项组的“类型”下拉列表框中选择“螺纹孔”选项。

2 在要放置螺纹孔的该环形端面上单击，UG NX 9.0 系统快速进入草图任务环境，定位图 9-154 所示的一个点，单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“孔方向”下拉列表框中默认选择“垂直于面”选项，接着在“设置”选项组和“形状和尺寸”选项组进行相关标准和螺纹尺寸等参数设置，如图 9-155 所示。该螺纹均不启用止裂口、起始倒斜角和终止倒斜角。

4 在“孔”对话框中单击“确定”按钮，完成创建该规格为 M10×1.5 的螺纹孔特征。

步骤 21　使用“阵列特征”功能完成构建大圆口环形端面上的全部均布的螺纹孔特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，弹出“阵列特征”对话框。

2 选择刚创建的螺纹孔特征作为要形成阵列的特征，

3 在“阵列定义”选项组的“布局”下拉列表框中选择“圆形”选项，在“旋转轴”子选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项，接着从“指定点”下拉列表框中选择“圆弧中心/椭圆中心/球心”选项并激活“指定点”，选择端面圆，接着进行角度方向的参数设置，如间距方式为“数量和跨距”，“数量”为“6”，“跨角”为“360”，

在“辐射”选项组中取消勾选“创建同心成员”复选框，如 9-156 所示。

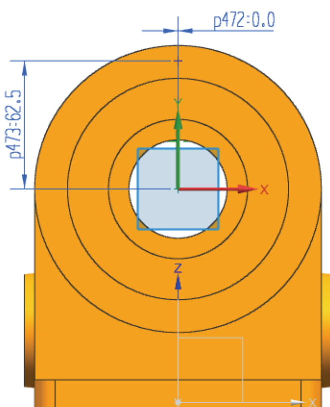




图 9-154 定位一个放置点

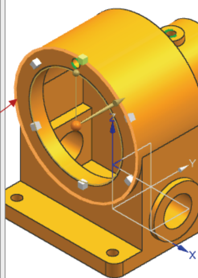
图 9-155 设置螺纹标准及螺纹尺寸等

4 在“阵列方法”选项组的“方法”下拉列表框中选择“变化”选项，在“设置”选项组的“输出”下拉列表框中选择“阵列特征”选项。

5 单击“确定”按钮，阵列结果如图 9-157 所示。

步骤 22 在一个侧面小开口的环形端面上创建均布的螺纹孔。





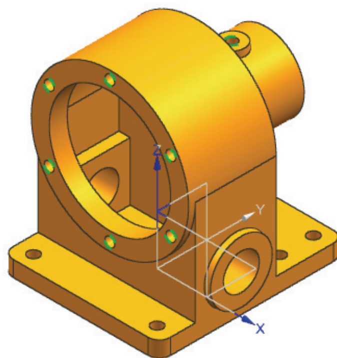


图 9-156 阵列定义

图 9-157 阵列结果

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“孔”按钮，在箱体一个侧面小凸台开口的圆形端面上创建一个 M6×1.0 的螺纹孔特征，创建位置如图 9-158a 所示，该螺纹孔采用的默认标准为“Metric Coarse”，螺纹深度为“12”，孔深度为“18”，顶锥角为“118”，创建好的一个小螺纹孔如图 9-158b 所示。

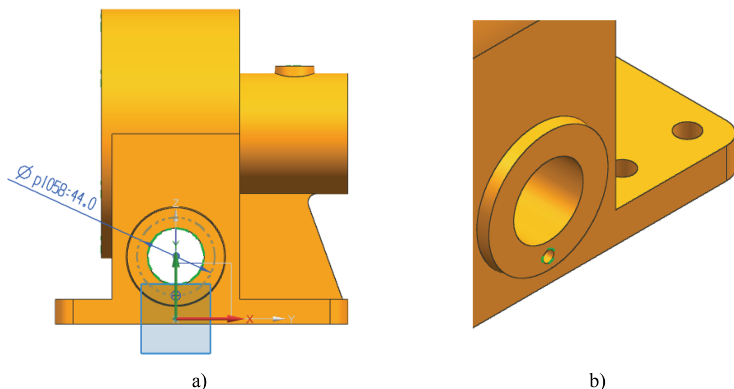


图 9-158　创建一个小螺纹孔

a) 通过草图指定螺纹孔的放置位置　b) 创建好的一个小螺纹孔

2 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“阵列特征”按钮，弹出“阵列特征”对话框，选择刚创建的该小螺纹孔作为要形成阵列的特征，以“圆形”布局方式在环形端面上完成均布的 3 个小螺纹孔，如图 9-159 所示。

步骤 23　使用“镜像特征”命令在另一个侧面的环形凸台上创建小螺纹孔。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“镜像特征”按钮，弹出“镜像特征”对话框，如图 9-160 所示。

2 选择要阵列的螺纹孔特征和该螺纹孔的阵列特征（即选择步骤 22 创建的两个特征，共形成 3 个螺纹孔）作为要镜像的特征。

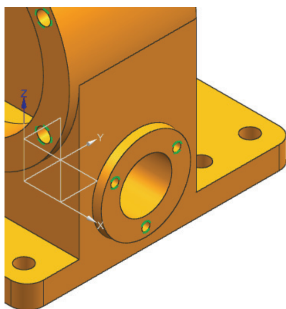


图 9-159　创建小螺纹孔的圆形阵列



图 9-160　“镜像特征”对话框

3 在“镜像平面”选项组的“平面”下拉列表框中选择“现有平面”选项，单击“平面”按钮，在图形窗口中选择基准坐标系的 YZ 平面作为镜像平面。

4 单击“确定”按钮，镜像特征的操作结果如图 9-161 所示。

步骤 24　创建倒斜角特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框。

2 在“偏置”选项组的“横截面”下拉列表框中选择“对称”选项，在“距离”文本框中输入“2”。在“设置”选项组的“偏置方法”下拉列表框中选择“偏置面并修剪”选项，接受默认的公差值。

3 选择要倒斜角的边，一共选择 4 条边，如图 9-162 所示。

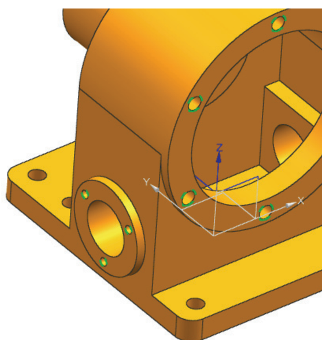


图 9-161 镜像特征的操作结果

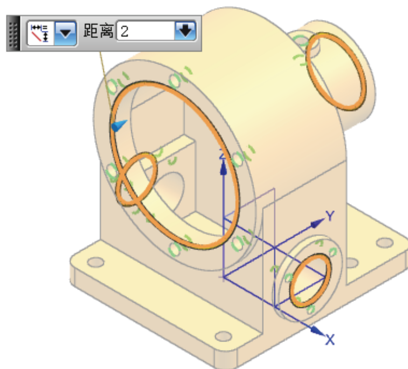


图 9-162 选择要倒斜角的边

4 单击“确定”按钮。

步骤 25 在底板（底座）上去除材料。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”对话框。

2 在图 9-163 所示的实体面上单击以使用该实体面定义草图平面（注意单击位置），绘制图 9-164 所示的图形，单击“完成”按钮。

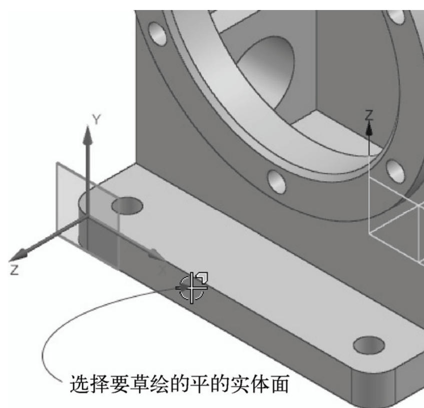


图 9-163 选择要草绘的平的实体面

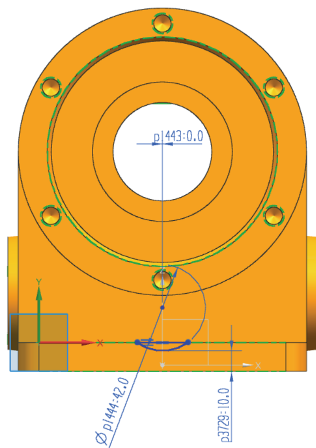


图 9-164 绘制草图

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项。

4 在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项，设置开始距离值为“0”，在“结束”下拉列表框中选择“直至延伸部分”选项，单击“面、体、基准平面”按钮，选择图 9-165 所示的实体表面。

5 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项并使当前实体作为目标体；在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项；在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项；在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

6 单击“确定”按钮，拉伸求差的结果如图 9-166 所示。

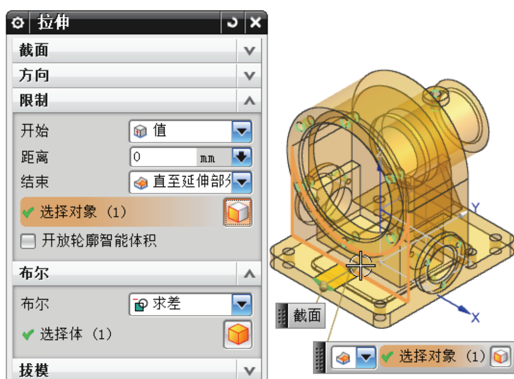


图 9-165　选择要延伸到的对象

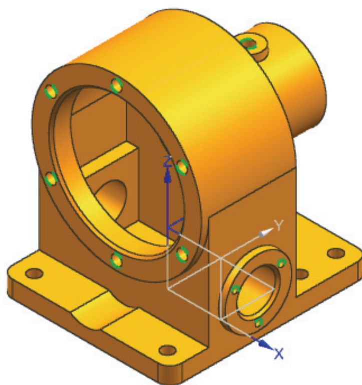


图 9-166　拉伸求差的结果

步骤 26　在箱体上创建一系列的铸造圆角及其他工艺圆角。

在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“边倒圆”按钮，在箱体上创建一系列铸造圆角及其他工艺圆角，这些圆角的半径基本上选用 R3 规格，完成结果如图 9-167 所示，图中隐藏了基准坐标系。

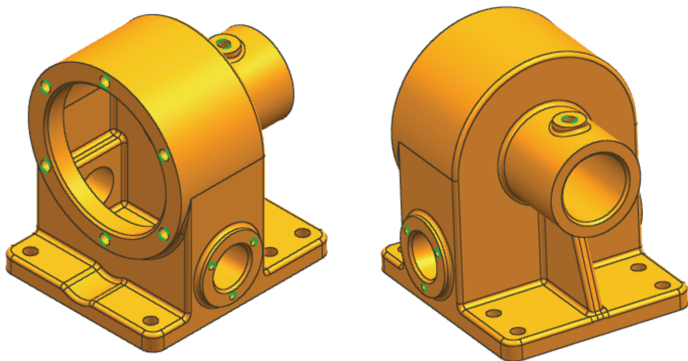


图 9-167　创建一系列圆角后的箱体模型效果

步骤 27　保存模型文件。

9.4　齿轮零件建模

齿轮是指轮缘上有齿且能连续啮合传递运动和动力的机械元件。齿轮可以根据齿形、齿轮外形、齿线形状、轮齿所在的表面和制造方法等分类。

在 UG NX 9.0 中，可以使用 GC 工具箱的齿轮建模工具来创建符合标准的圆柱齿轮和锥齿轮等。下面分别介绍圆柱齿轮创建范例和圆锥齿轮创建范例。

9.4.1 标准圆柱齿轮创建范例

本范例要完成的渐开线圆柱齿轮如图 9-168 所示。本范例的主要知识点是 GC 工具箱的“圆柱齿轮”建模工具的应用。

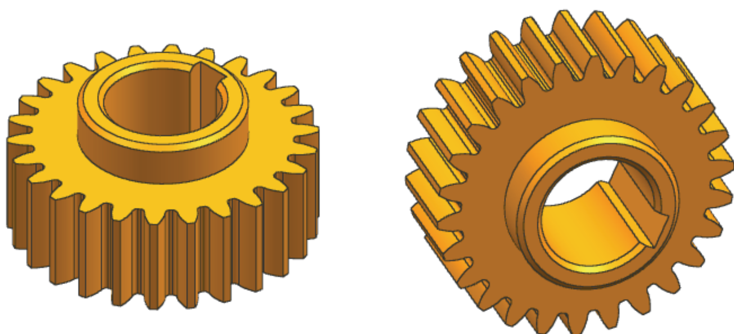


图 9-168　范例完成的渐开线圆柱齿轮

本范例具体的操作步骤如下。

步骤 1　创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_yzcl.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2　创建渐开线圆柱标准齿轮的主体模型。

1 在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“齿轮建模”|“圆柱齿轮”命令，如图 9-169 所示。

2 在弹出的图 9-170 所示的“渐开线圆柱齿轮建模”对话框中选择“创建齿轮”单选按钮（齿轮操作方式的一种），然后单击“确定”按钮。



“渐开线圆柱齿轮建模”对话框提供了齿轮的 6 种操作方式，分别是“创建齿轮”“修改齿轮参数”“齿轮啮合”“移动齿轮”“删除齿轮”和“信息”，用户根据具体的设计情况选择所需的齿轮操作方式。例如，要删除齿轮的全部信息，就在该对话框中选择“删除齿轮”单选按钮来执行齿轮的完美删除操作，而采用其他方式删除齿轮可能会出现清除不彻底的情形。

3 在“渐开线圆柱齿轮类型”对话框中设置 3 组类型，即分别选择“直齿轮”单选按钮、“外啮合齿轮”单选按钮和“滚齿”单选按钮，如图 9-171 所示，单击“确定”按钮。

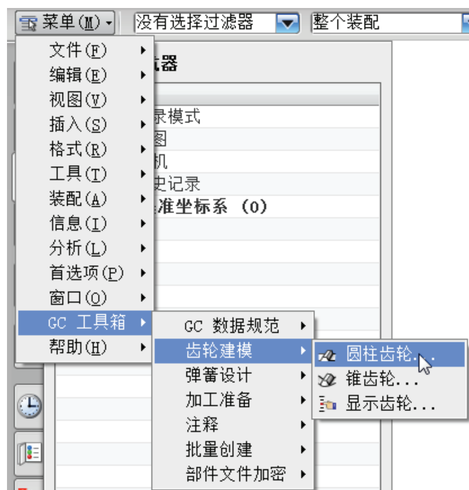


图 9-169　选择相应的齿轮建模工具

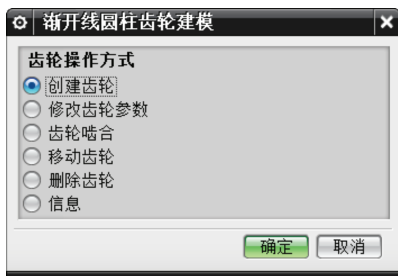


图 9-170　“渐开线圆柱齿轮建模”对话框

4 在弹出的“渐开线圆柱齿轮参数”对话框的“标准齿轮”选项卡中设置图 9-172 所示的参数，如名称为“gear_1”，“模数”为“3”，“牙数”（齿数）为“26”，“齿宽”为“28”，“压力角”为“20”，“齿轮建模精度”为“中部”，然后单击“确定”按钮，系统弹出“矢量”对话框。

5 在“矢量”对话框的“类型”选项组的下拉列表框中选择“ZC 轴”选项，如图 9-173 所示，然后单击“确定”按钮。

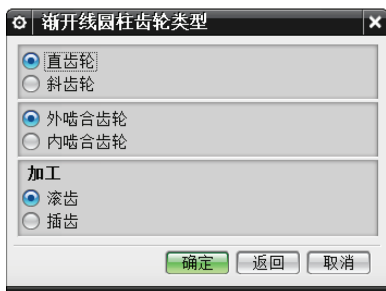


图 9-171　“渐开线圆柱齿轮类型”对话框



图 9-172　设置剪开线圆柱齿轮参数

6 系统弹出“点”对话框，从中进行图 9-174 所示的轴点设置，单击“确定”按钮。完成创建的渐开线圆柱齿轮主体模型如图 9-175 所示。

步骤 3　创建凸台。

1 在功能区的“主页”选项卡的“特征”组中单击“更多”|“凸台”按钮，弹出“凸台”对话框。

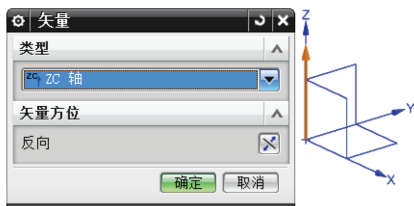


图 9-173　将 ZC 轴用作矢量

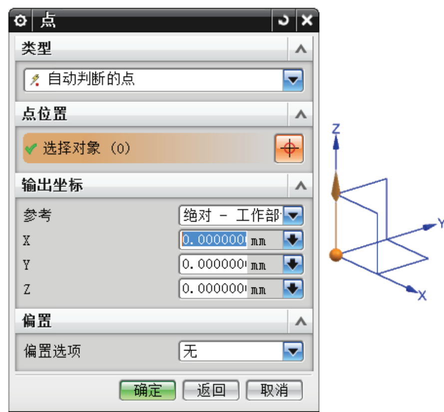


图 9-174　“点”对话框

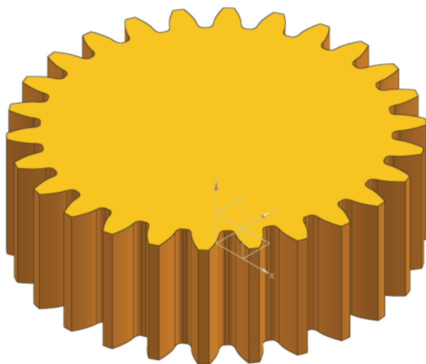


图 9-175　渐开线圆柱齿轮的主体模型

2 在“凸台”对话框中设置“直径”为“46”，“高度”为“12”，“锥角”为“0”，如图 9-176 所示。

3 在图 9-177 所示的实体表面上单击以指定凸台的放置面。



图 9-176　设置凸台参数

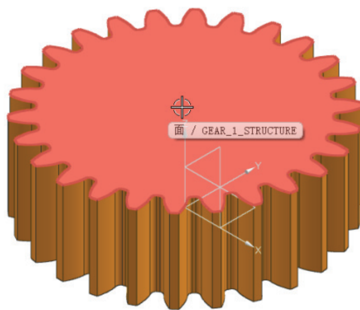


图 9-177　指定凸台的放置面

4 在“凸台”对话框中核查凸台参数，单击“确定”按钮，系统弹出“定位”对话框。

5 在“定位”对话框中单击“垂直”按钮，在图形窗口中选择基准坐标系的 Z 轴，如图 9-178 所示，并设置新值为“0”，然后单击“确定”按钮。完成创建的凸台如图 9-179 所示。

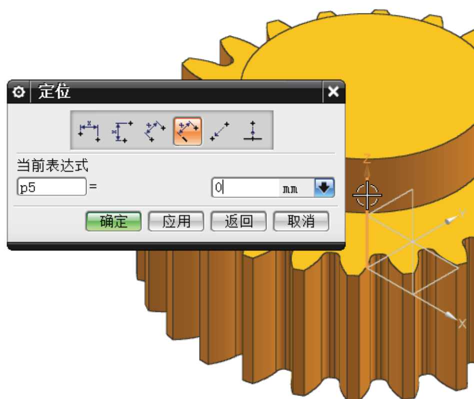


图 9-178　创建定位尺寸并输入新值

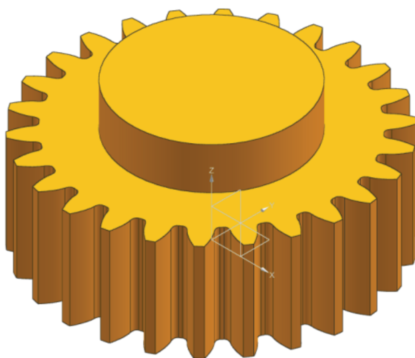


图 9-179　完成创建一个凸台

步骤 4　使用“拉伸”命令去除材料以构建孔槽结构。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“拉伸”按钮，打开“拉伸”对话框。

2 选择基准坐标系的 XY 平面定义草图平面，绘制图 9-180 所示的图形，单击“完成”按钮。

3 在“方向”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“ZC 轴”图标选项。

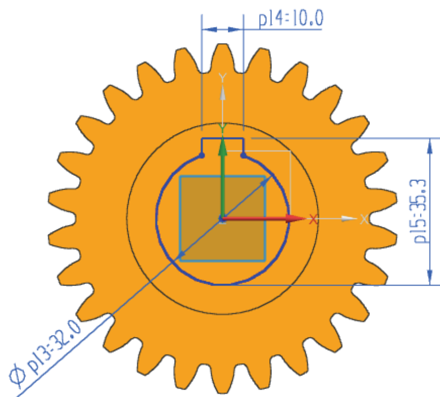


图 9-180　绘制图形

4 在“布尔”选项组的“布尔”下拉列表框中选择“求差”选项；在“拔模”选项组的“拔模”下拉列表框中选择“无”选项，在“偏置”选项组的“偏置”下拉列表框中选择“无”选项，在“设置”选项组的“体类型”下拉列表框中选择“实体”选项。

5 在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项，设定开始距离值为“0”，在“结束”下拉列表框中选择“贯通”选项。

6 单击“确定”按钮，效果如图 9-181 所示。

步骤 5 创建倒斜角特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框，从中进行图 9-182 所示的设置。

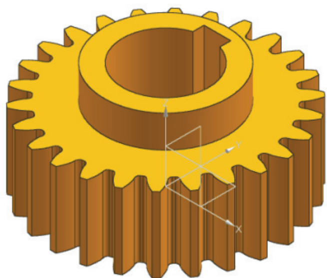


图 9-181 拉伸求差得到的模型效果



图 9-182 “倒斜角”对话框

2 选择要倒斜角的边，如图 9-183 所示。

3 单击“确定”按钮，接着通过右键快捷菜单中的“隐藏”命令将基准坐标系隐藏。完成的渐开线圆柱齿轮模型如图 9-184 所示。

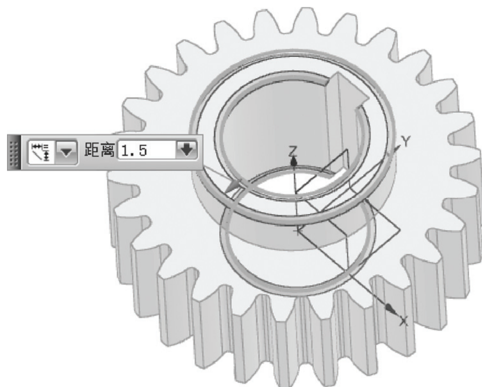


图 9-183 选择要倒斜角的边



图 9-184 完成的渐开线圆柱齿轮模型

步骤 6 保存文件。

在“标准”工具栏中单击“保存”按钮。

9.4.2 标准圆锥齿轮创建范例

本节介绍一个标准圆锥齿轮创建范例，该范例的标准圆锥齿轮采用直齿形式，完成效果如图 9-185 所示。使用 GC 工具箱提供的“圆锥齿轮”建模工具创建和编辑标准圆锥齿轮是很高效实用的。

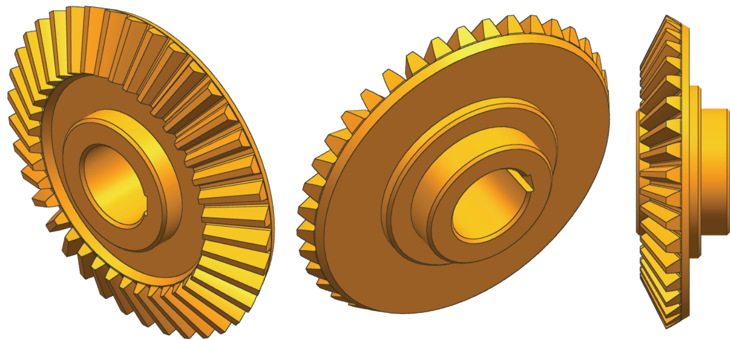


图 9-185　标准圆锥齿轮创建范例的完成效果

本范例具体的操作步骤如下。

步骤 1　创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_cl2.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2　创建标准直齿圆锥齿轮的主体模型。

1 在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“齿轮建模”|“锥齿轮”命令（见图 9-186），弹出图 9-187 所示的“锥齿轮建模”对话框。

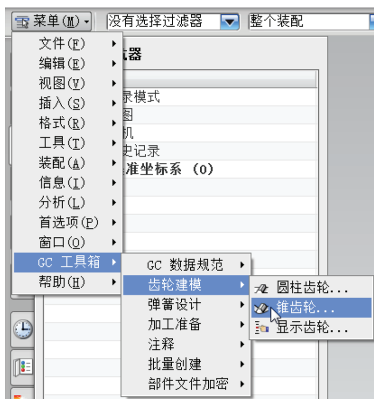


图 9-186　选择“锥齿轮”命令

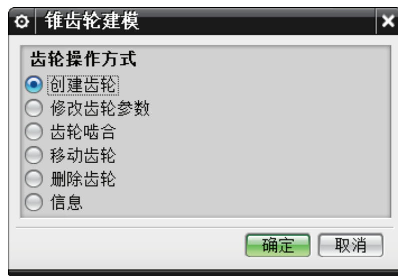


图 9-187　“锥齿轮建模”对话框

2 在“锥齿轮建模”对话框中选择“创建齿轮”单选按钮，单击“确定”按钮，弹出“圆锥齿轮类型”对话框。

3 在“圆锥齿轮类型”对话框的第一组中选择“直齿轮”单选按钮，在第二组（“齿高形式”选项组）中选择“等顶隙收缩齿”单选按钮，如图 9-188 所示，然后单击“确定”按钮。

4 弹出“圆锥齿轮参数”对话框，从中设置图 9-189 所示的圆锥齿轮参数，然后单击“确定”按钮，弹出“矢量”对话框。

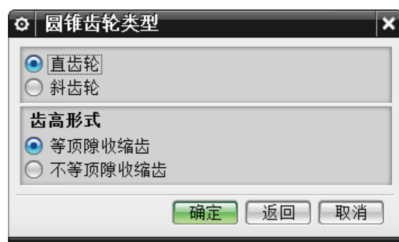


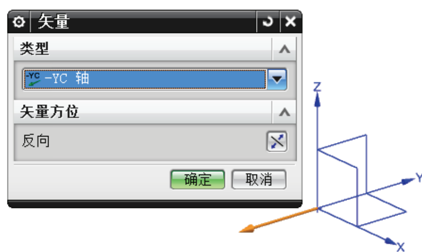


图 9-188 “圆锥齿轮类型”对话框

图 9-189 “圆锥齿轮参数”对话框

5 在“矢量”对话框的“类型”下拉列表框中选择“-YC 轴”选项，如图 9-190 所示，单击“确定”按钮。

6 在弹出的“点”对话框中设置一个轴点位置，如图 9-191 所示，单击“确定”按钮。



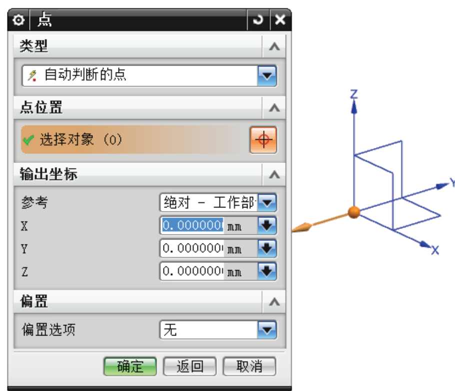


图 9-190 选择“-YC 轴”定义矢量方位

图 9-191 “点”对话框

生成图 9-192 所示的圆锥齿轮。

步骤 3 创建旋转特征。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“旋转”按钮，弹出“旋转”对话框。

2 选择 XY 坐标平面作为草图平面，绘制图 9-193 所示的草图，单击“完成”按钮，返回到“旋转”对话框。

3 在“轴”选项组的“指定矢量”下拉列表框中选择“YC 轴”图标选项，单击

"点构造器"按钮，弹出"点"对话框，指定点类型为"自动判断的点"，从"输处坐标"选项组的"参考"下拉列表框中选择"绝对-工作部件"，设置 X、Y、Z 的值均为"0"，偏置选项为"无"，单击"确定"按钮。

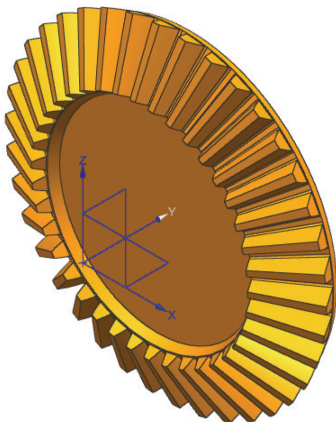


图 9-192　按照设定参数生成的圆锥齿轮主体

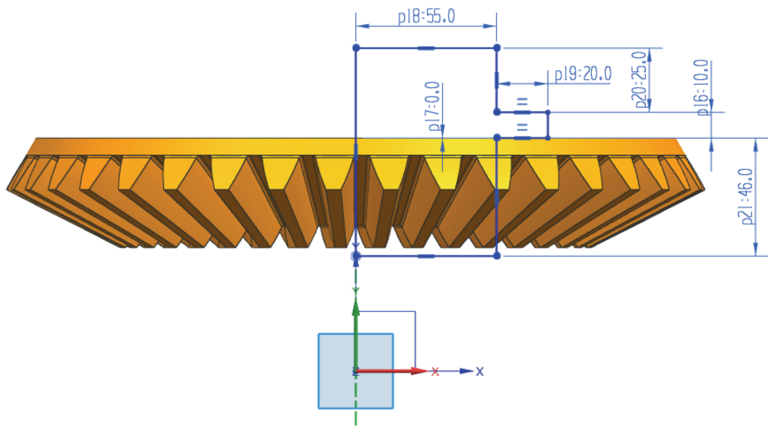


图 9-193　绘制旋转草图

4 在"限制"选项组中设置开始角度为"0"，结束角度为"360"；在"布尔"选项组的"布尔"下拉列表框中选择"求和"选项，其他方面采用默认设置。

5 单击"确定"按钮，完成创建该旋转实体特征后的模型效果如图 9-194 所示。

步骤 4　通过拉伸操作修改模型。

1 在功能区"主页"选项卡的"特征"组中单击"拉伸"按钮，弹出"拉伸"对话框。

2 选择 XZ 坐标平面作为草图平面，绘制图 9-195 所示的草图，单击"完成"按钮，返回到"拉伸"对话框。

3 在"方向"选项组的"指定矢量"下拉列表框中选择"YC 轴"选项。在"布尔"选项组的"布尔"下拉列表框中选择"求差"选项。

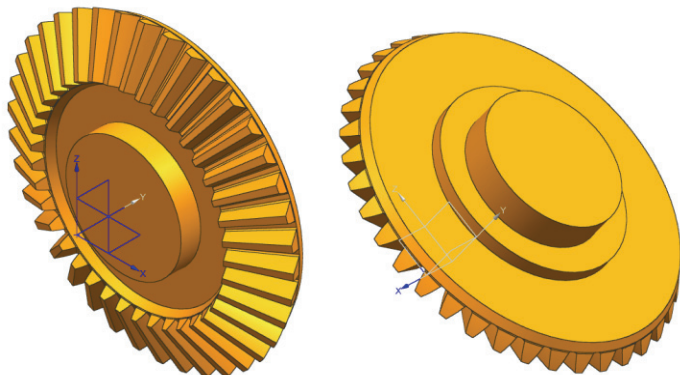


图 9-194　创建旋转实体特征

4 在“限制”选项组的“开始”下拉列表框中选择“值”选项并设置开始距离值为“0”，在“结束”下拉列表框中选择“贯通”选项。

5 默认的拔模选项为“无”，偏置选项为“无”，体类型为“实体”，单击“确定”按钮，结果如图 9-196 所示。此时，可以将基准坐标系隐藏。

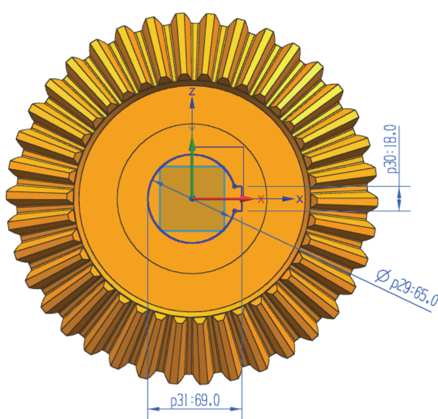


图 9-195　绘制草图

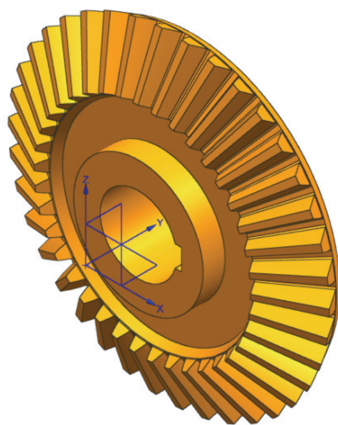


图 9-196　拉伸求差的结果

步骤 5　创建倒斜角。

1 在功能区“主页”选项卡的“特征”组中单击“倒斜角”按钮，弹出“倒斜角”对话框。

2 在“偏置”选项组的“横截面”下拉列表框中选择“对称”选项，在“距离”框中输入“2.5”，在“设置”选项组的“偏置方法”下拉列表框中选择“偏置面并修剪”选项。

3 选择图 9-197 所示的两条边作为要倒斜角的边，单击“应用”按钮。

4 选择图 9-198 所示的 3 条边作为要倒斜角的边。

5 单击“确定”按钮。

步骤 6　保存文件。

在“标准”工具栏中单击“保存”按钮。

完成标准齿轮创建后，在功能区“文件”选项卡中选择“应用模块”下的“制图”命令

以切换至“制图”应用模块。新建图纸页，利用相关的视图工具创建所需的视图，例如创建一个基本视图和一个全剖视图，此后可以在上边框条中单击“菜单”按钮菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“齿轮”|“齿轮简化画法”命令（见图 9-199），弹出“齿轮简化”对话框，从“类型”下拉列表框中选择“创建”选项，在齿轮列表中选择所需的齿轮名称，如图 9-200 所示。然后选择要采用简化画法的视图，单击“确定”按钮或“应用”按钮，便可将所选齿轮视图转换为采用国家标准规定的齿轮简化画法视图。

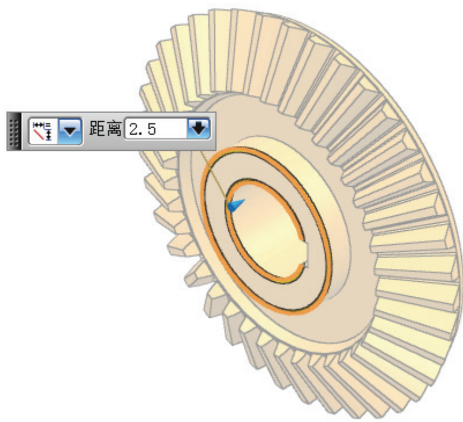


图 9-197　选择两条要倒斜角的边

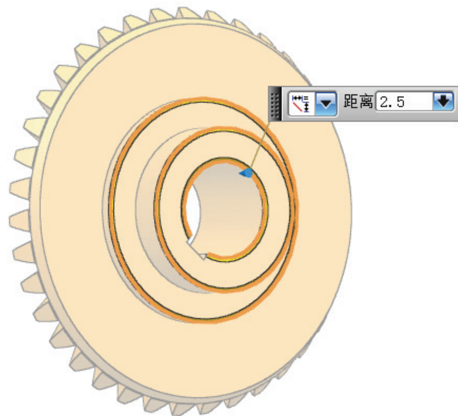


图 9-198　选择 3 条要倒斜角的边

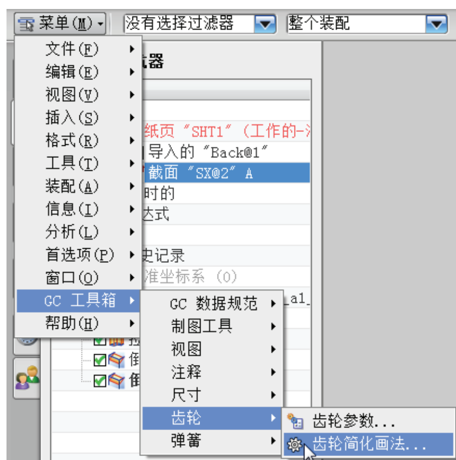


图 9-199　选择“齿轮简化画法”命令

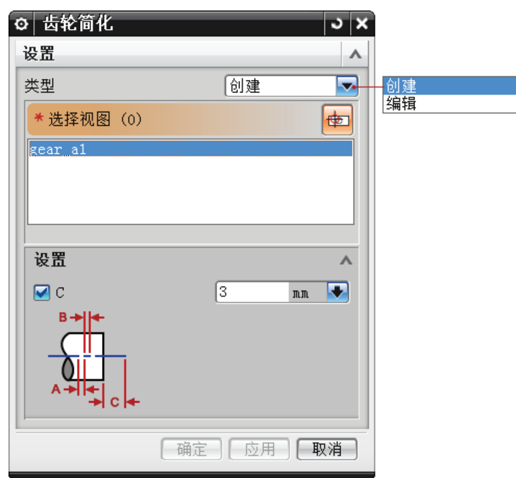


图 9-200　“齿轮简化”对话框

另外，在“制图”应用模板中，单击“菜单”按钮菜单(M)，选择“GC 工具箱”|“齿轮”|“齿轮参数”命令，弹出图 9-201 所示的“齿轮参数”对话框，接着从齿轮列表中选择所需的齿轮名称，从“模板”下拉列表框中选择一个模板，在图纸中指定一个点，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可在指定位置处生成一个齿轮参数表，如图 9-202 所示。用户可以使用鼠标调整齿轮参数表的各列宽、放置位置等。

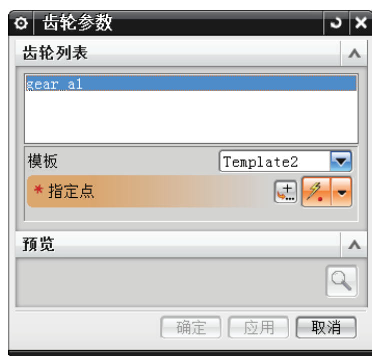


图 9-201 “齿轮参数”对话框

齿轮参数		
模数	m	7.00
齿数	z	38
压力角	α	20°
变位系数	x	-
分度圆直径	d	266.00
齿顶高系数	h_a*	1.00
顶隙系数	c*	0.20
齿顶高	h_a	7.00
齿全高	h	15.40
齿根高	h_f	8.40
齿顶圆直径	d_a	273.00
齿根圆直径	d_f	257.60
基圆直径	d_b	252.00
齿距	p	21.99
齿厚	s	11.00
槽宽	e	
中心距	a	
顶隙	c	
基圆齿距	pb	

图 9-202 生成的齿轮参数表

9.5 弹簧零件建模

弹簧零件是一种较为常见的机械零件，它主要利用材料弹性（弹簧的材料一般为弹簧钢）来工作，可用于控制机件的运动、缓和冲击或振动、存蓄能量、测量力的大小等，在机器、仪表、电子等行业领域中应用广泛。弹簧的种类较多，按照受力性质来分类，可以将弹簧分为拉伸弹簧、压缩弹簧、扭转弹簧和弯曲弹簧等；按照形状来分类，则可以将弹簧分为蝶形弹簧、环形弹簧、板弹簧、螺旋弹簧、截锥涡卷弹簧与扭杆弹簧等。其中，根据 GB/T 23935—2009 标准，普通圆柱螺旋弹簧分为 3 种形式：压缩弹簧、拉伸弹簧和扭转弹簧。

在 UG NX 9.0，使用 GC 工具箱中的弹簧设计工具，可以通过输入弹簧参数等方式快速设计弹簧模型。而要删除弹簧模型，则可以在单击“菜单”按钮 菜单(M) 后执行“GC 工具箱”|“弹簧设计”|“删除弹簧”命令。本节将介绍典型的弹簧零件建模，包括圆柱压缩弹簧、圆柱拉伸弹簧和蝶形弹簧。

9.5.1 圆柱压缩弹簧范例

圆柱压缩弹簧是一种承受轴向压力的圆柱形螺旋弹簧，自然状态时其圈与圈之间有一定的间隙，当受到外载荷时弹簧收缩变形，储存变形能。本小节介绍一个圆柱压缩弹簧范例，

该圆柱压缩弹簧的三维实体模型如图 9-203 所示，在该范例中还将根据弹簧的三维实体模型生成它的简化视图。该范例的学习要点是 GC 工具箱的“圆柱压缩弹簧”建模工具的应用，以及“弹簧简化视图”出图工具的应用。

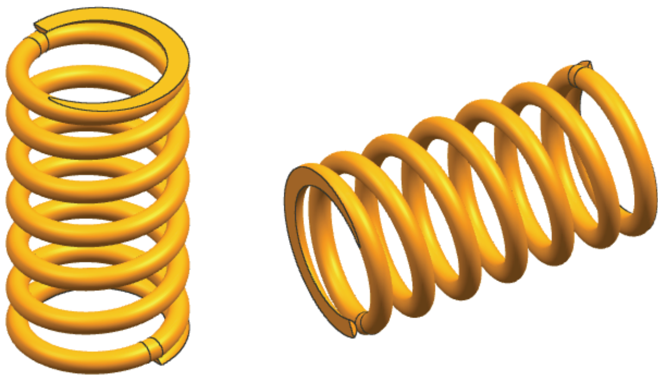


图 9-203　圆柱压缩弹簧范例

该圆柱压缩弹簧范例具体的操作步骤如下。

步骤 1　创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_yzysth.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2　创建圆柱压缩弹簧。

1 在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“弹簧设计”|“圆柱压缩弹簧”命令（见图 9-204），弹出图 9-205 所示的“圆柱压缩弹簧”对话框。

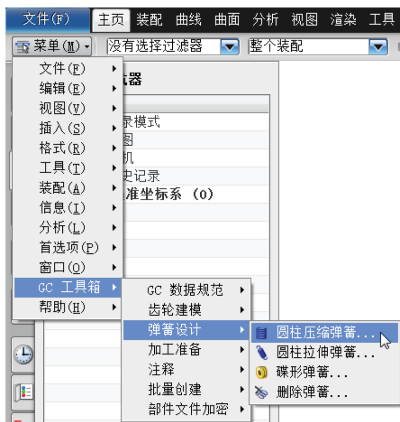


图 9-204　选择“圆柱压缩弹簧”命令

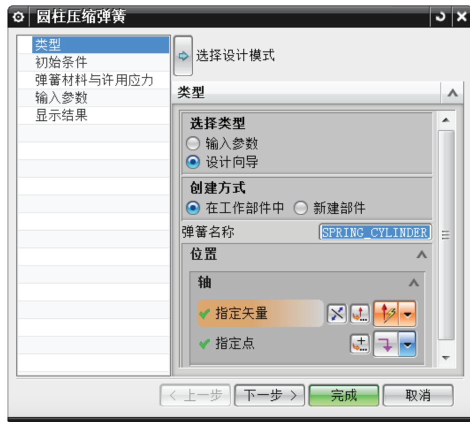


图 9-205　“圆柱压缩弹簧”对话框

2 在“圆柱压缩弹簧”对话框的“类型”页中选择设计模式，即在“类型”选项组的“选择类型”子选项组中选择“设计向导”单选按钮，在“创建方式”子选项组中选择“在工作部件中”单选按钮，接受默认的弹簧名称，接受默认的轴矢量（如默认沿 Z 轴方向）和轴点（默认为坐标原点），单击“下一步”按钮。

3 在“圆柱压缩弹簧”对话框的“初始条件”页中输入图 9-206 所示的初始条件并选择端部结构。端部结构有“并紧磨平”“并紧不磨平”和“不并紧”3 种形式，本例选择的端部结构为“并紧磨平”。设置好初始条件并选择端部结构，单击“下一步”按钮，进入“弹簧材料与许用应力”页。



图 9-206 设置圆柱压缩弹簧的初始条件

4 在“圆柱压缩弹簧”对话框的“弹簧材料与许用应力”页中，输入假设的弹簧丝直径，指定材料和载荷类型，单击“估算应用应力范围”按钮以估算许用应力，如图 9-207 所示，接着单击“下一步”按钮。

5 在“圆柱压缩弹簧”对话框的“输入参数”页中输入要设计的弹簧参数，如图 9-208 所示，接着单击“下一步”按钮，进入“显示结果”页。



图 9-207 估算许用应力



图 9-208 输入弹簧参数



6 "圆柱压缩弹簧"对话框的"显示结果"页用于显示圆柱压缩弹簧的验算结果，如图 9-209 所示。单击"完成"按钮，完成创建的圆柱压缩弹簧如图 9-210 所示，该弹簧的端部结构为"并紧磨平"。

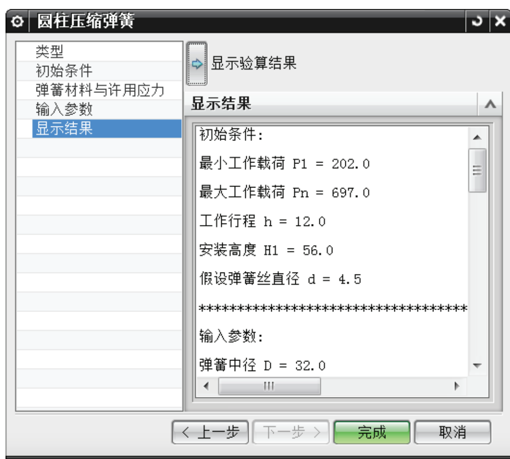


图 9-209　显示结果

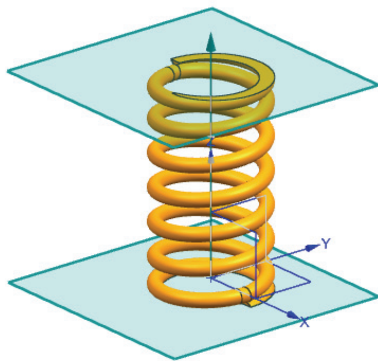


图 9-210　完成创建圆柱压缩弹簧

步骤 3　隐藏相关的基准特征。

1 在图形窗口或部件导航器中选择要隐藏的基准坐标系、基准平面和基准轴并右击它们，如图 9-211 所示，接着从弹出的快捷菜单中选择"隐藏"命令。

2 检查基准显示情况，如果发现还有未被隐藏的基准，那么使用同样的右键方法对齐进行隐藏。结果如图 9-212 所示。

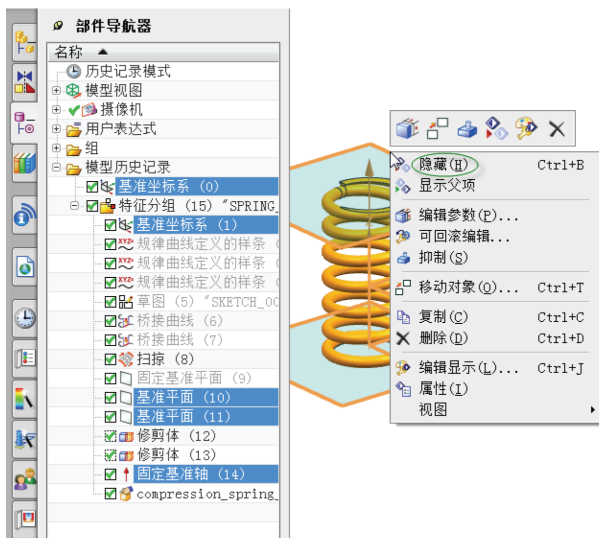


图 9-211　右击选定要隐藏的多个基准特征

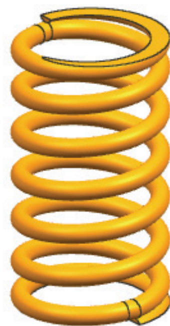


图 9-212　隐藏全部基准

步骤 4　切换至"制图"应用模块。

在功能区中打开"文件"选项卡，从"应用模块"选项组中选择"制图"命令，从而切

换至“制图”应用模块。

步骤 5 生成弹簧简化视图。

1 在上边框条中单击“菜单”按钮菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“弹簧”|“弹簧简化视图”命令，如图 9-213 所示。

2 系统弹出“弹簧简化视图”对话框，从列表中选择要操作的弹簧部件名，在“创建选项”子选项组中选择“在工作部件中”单选按钮，从“图纸页”下拉列表框中选择“A4-无视图”选项，如图 9-214 所示。

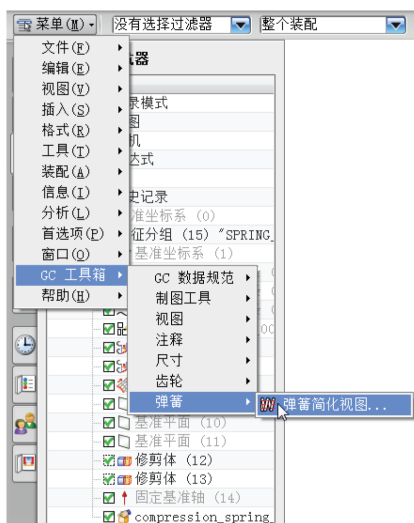


图 9-213 选择“弹簧简化视图”命令

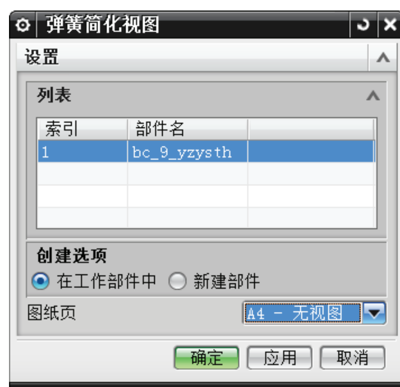


图 9-214 “弹簧简化视图”对话框

3 在“弹簧简化视图”对话框中单击“确定”按钮，生成带工作载荷符号或标识的弹簧简化视图，如图 9-215 所示。

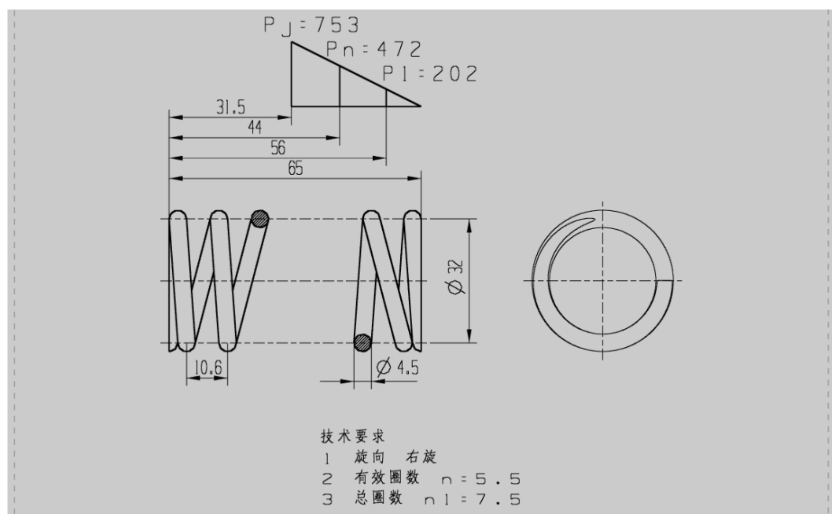


图 9-215 生成带工作载荷符号或标识的弹簧简化视图

知识点拨： 如果弹簧建模时采用的建模模式为“输入参数”而不是“设计向导”，那么执行“弹簧简化视图”命令生成的弹簧简化视图将不带工作载荷符号或标识。

步骤 6 创建基准标识。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“基准特征符号”按钮，弹出“基准特征符号”对话框，接着在“基准标识符”选项组的“字母”文本框中输入“A”，如图 9-216 所示。

2 展开“指引线”选项组，单击“选择终止对象”按钮，在视图中选择指引线的引出对象并指定放置原点，从而注写图 9-217 所示的基准符号。

基准特征符号
原点
指定位置
对齐
注释视图
指引线
选择终止对象
带折线创建
类型 基准
样式
箭头 填充基准
短划线侧 自动判断
短划线长度 0.0000
添加新集
列表
基准标识符
字母 A
继承
选择基准特征符号 (0)
设置
设置
关闭

图 9-216 “基准特征符号”对话框

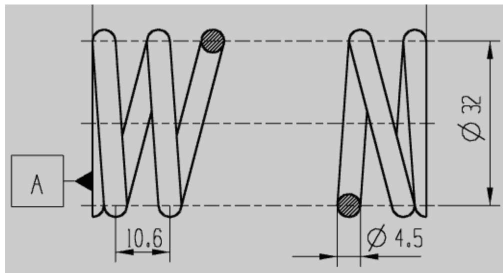


图 9-217 注写基准符号

3 在“基准特征符号”对话框中单击“关闭”按钮。

步骤 7 创建表面结构要求。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“表面粗糙度”按钮，弹出“表面粗糙度”对话框。

2 从“属性”选项组的“除料”下拉列表框中选择“修饰符，需要除料”选项，接着在“波纹（c）”或“切除（e）”文本框中输入“Ra 6.3”（Ra 与数值 6.3 之间需要有一个空格），在“设置”选项组的“角度”文本框中输入“90”，从“圆括号”下拉列表框中选择“无”选项，确保取消勾选“反转文本”复选框，如图 9-218 所示。

3 在要标注的表面轮廓线上选择一点以放置该表面结构要求，如图 9-219 所示。

4 在“设置”选项组的“角度”文本框中输入“0”，接着在“指引线”选项组的“类型”下拉列表框中选择“普通”选项，从“样式”子选项组的“箭头”下拉列表框中选择

“填充箭头”，从“短画线侧”下拉列表框中选择“自动判断”选项，单击“选择终止对象”按钮，选择指引线的对象引出位置，并指定一个放置原点，以注写第 2 处表面结构要求，如图 9-220 所示。

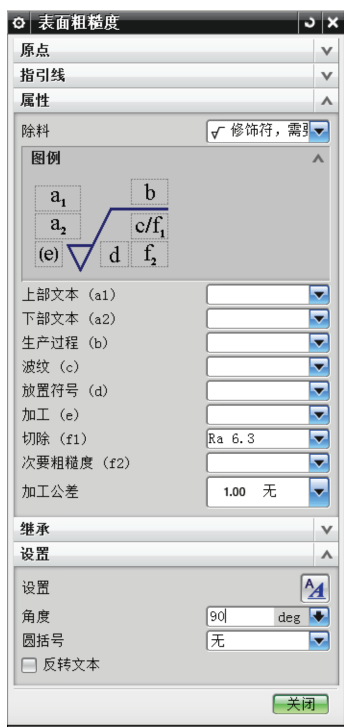


图 9-218 “表面粗糙度”对话框

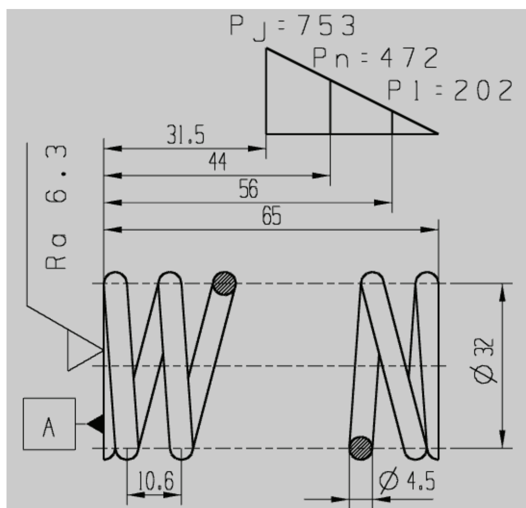


图 9-219 注写一处表面结构要求

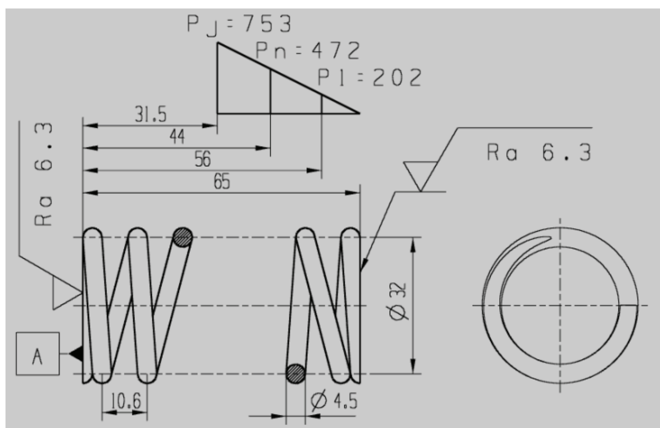


图 9-220 注写另一处表面结构要求

5 在“表面粗糙度”对话框中单击“关闭”按钮。

步骤 8 创建几何公差。

1 在功能区“主页”选项卡的“注释”组中单击“特征控制框”按钮，弹出“特征

控制框”对话框。

2 在“框”选项组中设置图 9-221 所示的内容。

3 展开“指引线”选项组，单击“选择终止对象”按钮，选择对象以创建指引线，接着指定放置点，从而完成注写图 9-222 所示的垂直度。

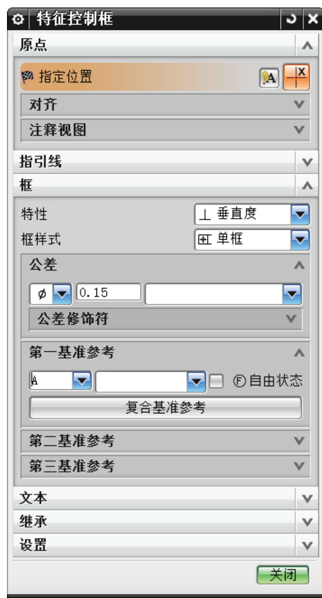


图 9-221 “特征控制框”对话框

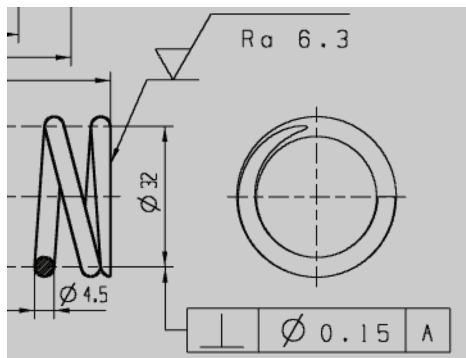


图 9-222 注写垂直度

4 单击“关闭”按钮。

步骤 9 保存文件。

在“标准”工具栏中单击“保存”按钮。

9.5.2 圆柱拉伸弹簧范例

拉伸弹簧也叫拉力弹簧，可简称拉簧，它是一种承受轴向拉力的螺旋弹簧，此类弹簧一般用圆截面材料制造。在不承受负荷时，拉伸弹簧的圈与圈之间一般都是并紧的，没有间隙。

本小节介绍一个圆柱拉伸弹簧的设计范例，要完成的圆柱拉伸弹簧如图 9-223 所示。圆柱拉伸弹簧的建模类型同样有“设计向导”和“输入参数”两种，本例将使用“输入参数”建模类型。该圆柱拉伸弹簧范例具体的操作步骤如下。

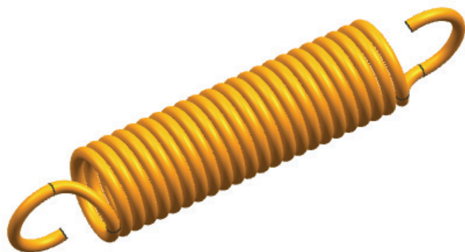


图 9-223 圆柱拉伸弹簧

步骤 1 创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_yzlsth.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2 创建圆柱压缩弹簧。

1 在上边框条中单击“菜单”按钮菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“弹簧设计”|“圆柱拉伸弹簧”命令，弹出图 9-224 所示的“圆柱拉伸弹簧”对话框。

2 在“圆柱拉伸弹簧”对话框的“类型”页中选择设计模式，即在“类型”选项组的“选择类型”子选项组中选择“输入参数”单选按钮，在“创建方式”子选项组中选择“在工作部件中”单选按钮，默认的弹簧名称为“SPRING_CYLINDER_COMPRESSION_1”，可选择 ZC 轴定义矢量方向，并指定原点（0,0,0）为轴点位置，单击“下一步”按钮。

3 在“圆柱拉伸弹簧”对话框的“输入参数”页中输入图 9-225 所示的参数，注意端部结构选用“圆钩环”（可供选择的端部结构有“圆钩环”“半圆钩环”和“圆钩环压中心”3 种），然后单击“下一步”按钮。

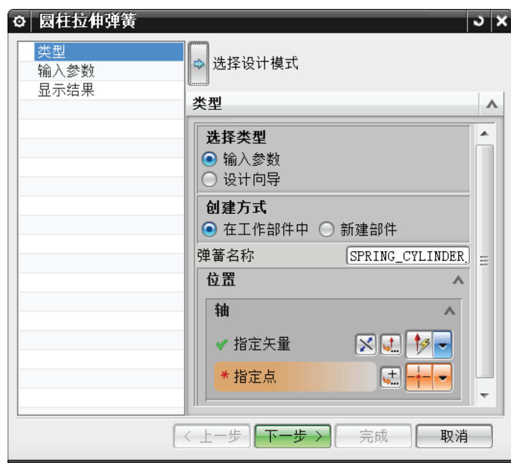


图 9-224 “圆柱拉伸弹簧”对话框

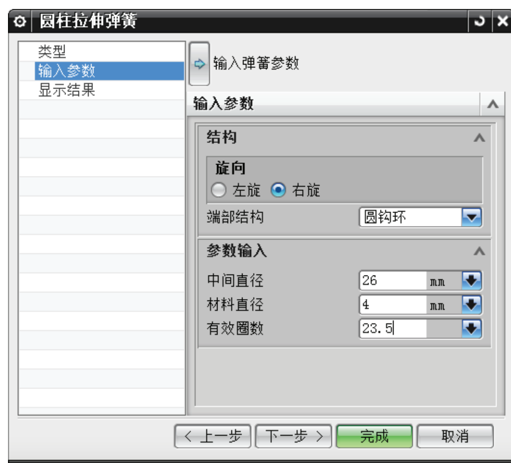


图 9-225 输入弹簧参数

4 递进至“圆柱拉伸弹簧”对话框的“显示结果”页以显示圆柱拉伸弹簧的验算结果，如图 9-226 所示，最后单击“完成”按钮，完成的圆柱拉伸弹簧如图 9-227 所示。

步骤 3 保存文件。

在“标准”工具栏中单击“保存”按钮。

9.5.3 碟形弹簧范例

碟形弹簧（简称碟簧）是承受轴向负荷的碟状弹簧，可以单个使用，也可以对合组合、叠合组合或复合组合成碟簧组使用，承受静负荷或变负荷。碟簧分为无支承面和有支承面两种形式。



图 9-226　显示验算结果

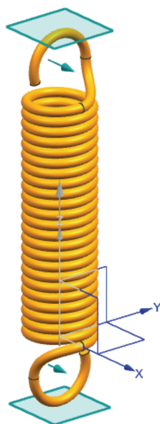


图 9-227　完成的圆柱拉伸弹簧

本小节介绍一个碟形弹簧的设计范例，要完成的碟形弹簧（6 片组合）如图 9-228 所示。碟形弹簧的建模类型也有“输入参数”和“设计向导”两种。该碟形弹簧的创建步骤如下。

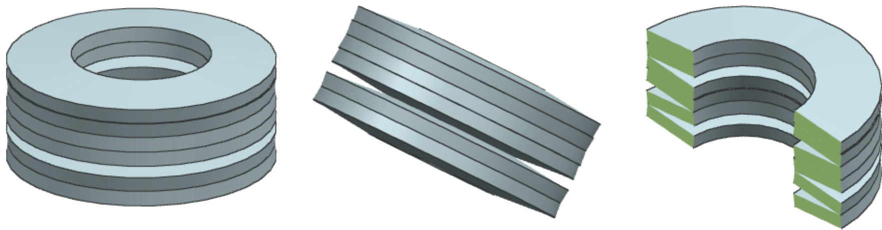


图 9-228　碟形弹簧

步骤 1　创建一个部件文件。

1 启动 UG NX 9.0 软件后，按〈Ctrl+N〉快捷键，弹出“新建”对话框。

2 在“模型”选项卡的“模板”选项组中，从“过滤器”的“单位”下拉列表框中选择“毫米”，在“模板”列表中选择名称为“模型”的模板（“建模”类型），在“新文件名”选项组的“名称”文本框中输入“bc_9_dh.prt”，自行设定文件夹目录路径（保存路径）。

3 在“新建”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 2　创建圆柱压缩弹簧。

1 在上边框条中单击“菜单”按钮 菜单(M)，接着选择“GC 工具箱”|“弹簧设计”|“蝶形弹簧”命令，弹出图 9-229 所示的“碟簧”对话框。

2 在“碟簧”对话框的“选择类型”页中，选择“类型”子选项组中的“输入参数”单选按钮，选择“创建方式”子选项组中的“在工作部件中”单选按钮，接受默认的弹簧名称和位置设置，单击“下一步”按钮。

3 在“碟簧”对话框的“输入参数”页中输入碟簧的参数，如图 9-230 所示，然后单击“下一步”按钮。

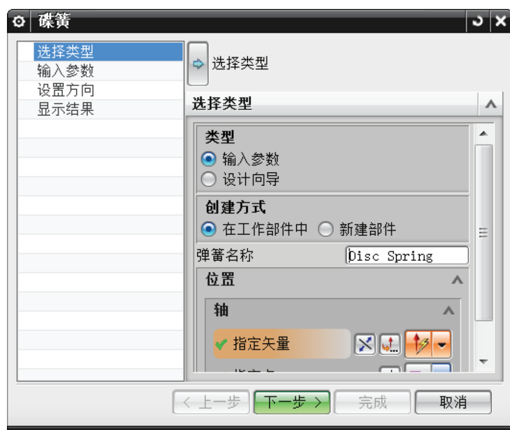


图 9-229 “碟簧”对话框

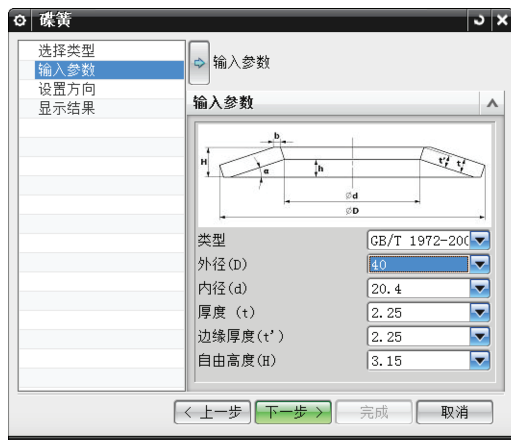


图 9-230 输入碟簧的参数

4 在“碟簧”对话框的“设置方向”页中设置“碟簧片数”为“6”，并指定碟簧堆叠方式和方向，如图 9-231 所示，然后单击“下一步”按钮。

5 递进到“碟簧”对话框的“显示结果”页，如图 9-232 所示，最后单击“完成”按钮，完成创建该碟簧模型。

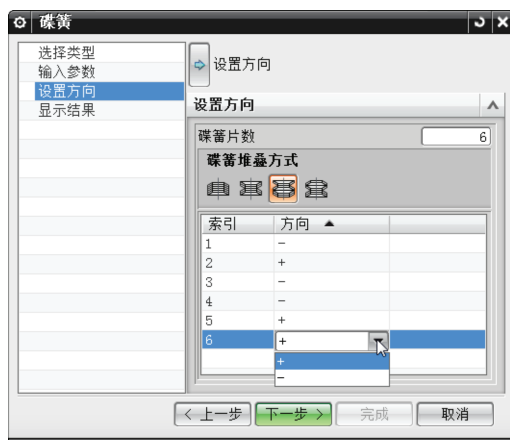


图 9-231 设置碟簧的方向

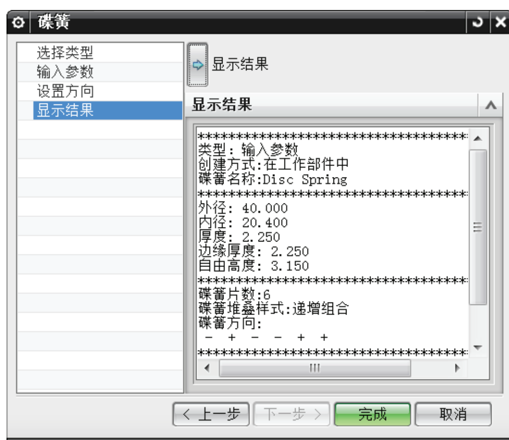


图 9-232 显示结果

步骤 3 保存文件。

在“标准”工具栏中单击“保存”按钮。

9.6 思考与上机练习

1）有哪些方法可以创建孔结构？

2）有哪些方法可以在实体基板上创建圆形凸台结构？

3）上机练习：按照图 9-233 所示的机械图尺寸创建其三维实体模型，并为该三维实体模型创建包含相关注释信息的零件图。

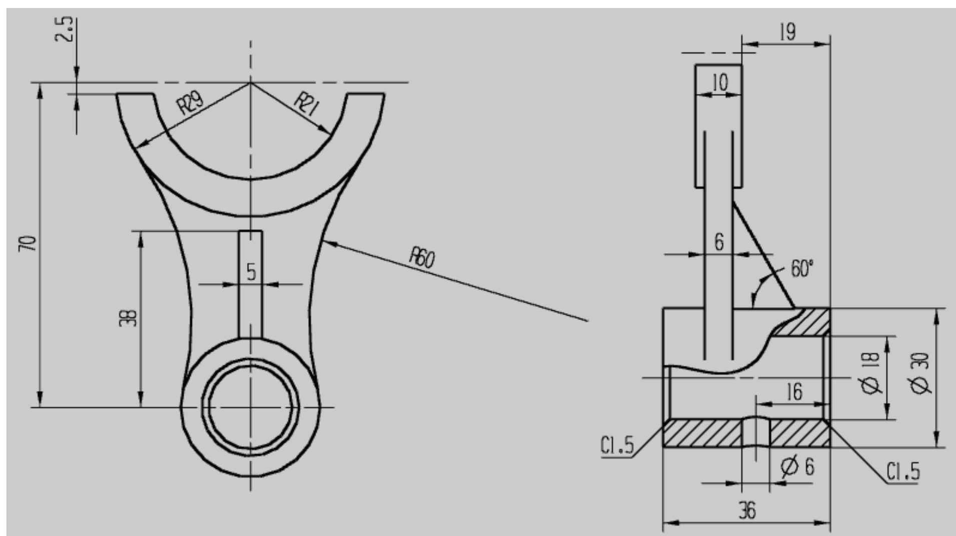


图 9-233 机械图参考尺寸

4）上机练习：自行设计一个斜齿的渐开线圆柱齿轮，并创建其采用简化画法的标准工程零件图。

5）上机练习：创建一个圆柱压缩弹簧的三维实体模型，该圆柱压缩弹簧的主要技术参数为：弹簧的钢丝直径 d=6，弹簧外径 D=42，节距 t=12，有效圈数 n=6，支承圈数 n_0=2.5，右旋。

6）上机练习：创建一个圆柱拉伸弹簧的三维实体模型，该圆柱拉伸弹簧的主要技术要求为：圈数为 33.5 圈，弹簧中径为 30，弹簧丝直径为 4，旋向为右旋，端部形式为“半圆钩环”。

第 10 章　NX 运动仿真分析



本章导读：

在机械工程设计中，有时需要对所设计的机构进行运动学分析或动力学分析，以验证所设计的传动机构是否满足设计要求。UG NX 9.0 提供了专门用于运动仿真分析的应用模块，集成了强大的静态、运动、动力分析计算及动态仿真等功能，可以对运动机构进行装配分析、运动合理性分析等。

本章主要介绍 NX 运动仿真分析的一些基础知识和应用知识，让读者熟悉运动仿真环境和运动导航器，掌握连杆、运动副的应用，懂得运动分析与仿真结果的输出，了解连接器和载荷的概念等。

10.1　NX 运动仿真分析概述

完成三维实体模型及装配设计之后，还可以利用 UG NX 9.0 的运动仿真功能给各个机械部件赋予一定的运动学特性，并在各个机械部件之间建立一定的连接关系以形成一个运动仿真模型。

10.1.1　切换至“运动仿真”应用模块

完成相关部件的建模设计或装配设计（主要指在“建模”应用模块或“装配”应用模块中完成主模型设计），此时如果要切换至“运动仿真”应用模块，则在功能区中打开“文件”选项卡，接着从“应用模块”选项组中选择“运动仿真”命令，从而切换至“运动仿真”应用模块，其工作界面如图 10-1 所示。刚开始由于没有新建“仿真”模型（即仿真环境模型），因此功能区“主页”选项卡上各选项组的工具基本上都处于不可用状态。“运动仿真”应用模块的功能区“主页”选项卡提供的工具组包括“设置”组、“传动副”组、“连接器”组、“约束”组、“加载”组、“控制”组和“分析”组。

10.1.2　熟悉运动导航器

进入“运动仿真”应用模块，在资源板确保选中“运动导航器”标签以打开“运动导航器”窗口（简称运动导航器）。在运动导航器中显示有“名称”“状态”“环境”“描述”和“Gruebler 数”参数列，可通过窗口下方的滑块按钮进行浏览。其中“名称”列用于显示主模型和仿真模型等；“状态”列用于指示工作模型的状态（该部分的信息不能被编辑）；“环境”列用于显示处于工作状态的仿真模型当前的分析环境（该部分的信息不能被编辑）。如

图 10-2 所示，在运动导航器中只显示一个主模型名称节点，没有建立任何仿真方案，此时可通过在运动导航器中右击主模型名称并选择“新建仿真”命令来新建仿真。选择该“新建仿真”命令，弹出一个供用户创建新仿真方案装配文件（即设置仿真分析环境）的“环境”对话框。“环境”对话框提供的分析类型（即仿真分析方案）有两种，即“动力学”和“运动学”。

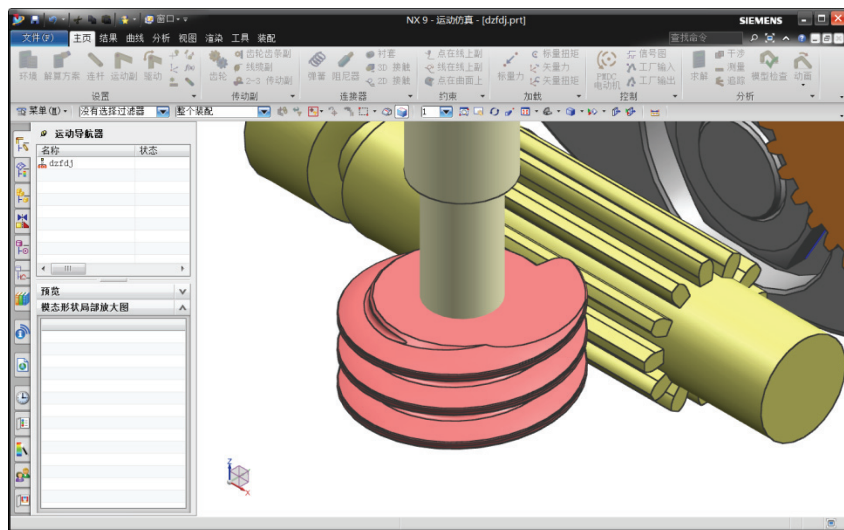


图 10-1　进入“运动仿真”应用模块

“动力学”提供动态运动与动力仿真功能，考虑力对运动的影响，可进行静力学和动力学分析，尤其适用于对自由度大于零的机械机构进行分析。“动力学”提供的高级解算方案选项有“电动机驱动”“协同仿真”和“柔体动力学”，这些高级解算方案选项可多选。在“环境”对话框的“分析类型”选项组中选择“动力学”后，设置高级解算方案选项和组件选项，并在“仿真名”选项组的文本框中指定仿真名，如 图 10-3 所示，然后单击“确定”按钮，从而新建一个仿真模型。该仿真模型处于工作状态，其对应的“环境”列单元格将显示为“RecurDyn 静力学和动力学”的信息。

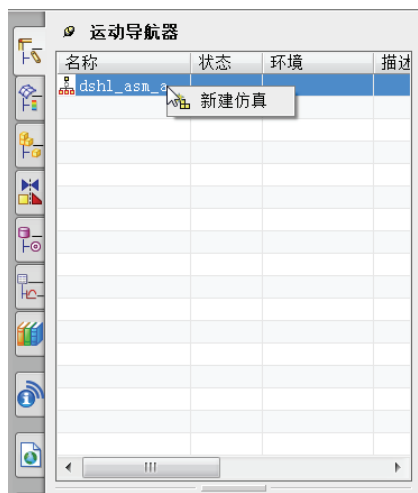


图 10-2　选择“新建仿真”命令

“运动学”启用“运动学求解”，适用于只分析物体几何运动的情况。在“环境”对话框的“分型类型”选项组中选择“运动学”单选按钮，并在“组件选项”选项组中设定“基于组件的仿真”复选框的状态，接着在“仿真名”选项组的文本框中指定仿真名，如图 10-4 所示，然后单击“确定”按钮，完成新建一个仿真模型。该处于工作状态的仿真模型对应的“环境”列单元格将显示有“RecurDyn 运动学”的信息。



图 10-3 “环境”对话框（“动力学”）



图 10-4 “环境”对话框（“运动学”）

新建仿真模型（仿真环境模型）后，接下去便是在该环境中进行各种运动仿真参数的设置了。在该环境中设置的所有运动仿真参数都将存储在该仿真环境中，由这些运动仿真参数所定义的运动模型也将以该运动仿真环境为载体进行运动仿真模拟。需要用户注意的是，可以根据设计需要为一个主模型建立多个仿真模型，用于在不同条件下对机构进行分析计算。

利用运动导航器可以进行很多操作，有些操作等同于在功能区中单击相应按钮。

在运动导航器中右击处于工作状态的仿真模型时，将弹出图 10-5 所示的一个快捷菜单。下面对该快捷菜单中的一些命令进行介绍。

- “保存”：保存当前的仿真方案。
- “重命名”：更改当前所选仿真模型的名称。在新建仿真时，系统为仿真模型提供默认的仿真名，默认名称为 motion_#，其中#为产生仿真模型的序号。
- “删除”：将当前所选的仿真模型删除，相当于将所选运动仿真方案删除。
- “克隆”：将当前所选的仿真模型克隆出一个新的仿真模型，新的仿真模型包含原仿真模型的运动对象和其他任何特征及存在于原仿真方案中的几何体。
- “新建连杆”：定义表示为机构中刚体的连杆。
- “新建运动副”：定义机构中连杆间的受

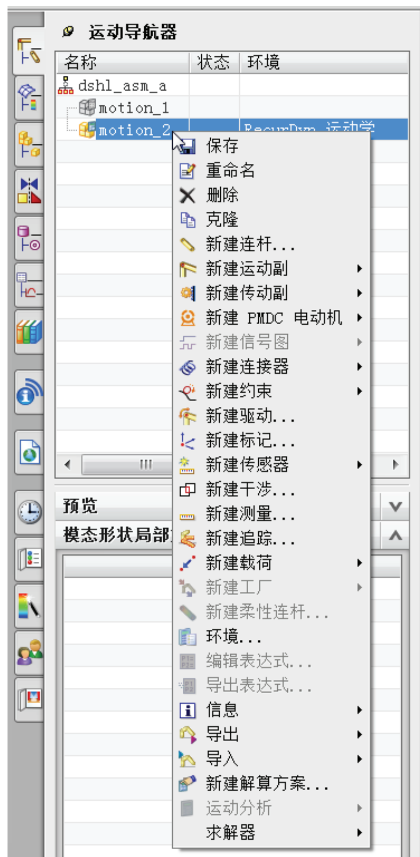


图 10-5 右击活动仿真模型时弹出的快捷菜单

约束运动，包括“旋转副”“滑动副”“柱面副”“螺旋副”“万向节副”“球面副”“平面副”“固定副”“等速运动副”“共点运动副”“共线运动副”“共面运动副”“方向运动副”“平行运动副”和“垂直运动副”。

- “新建传动副”：可以选择“齿轮副”“齿轮齿条副”“线缆副”或“2-3 传动副”以创建相应的传动副。
- “新建连接器”：可以从其级联菜单中选择“弹簧”“阻尼器”“衬套”“3D 接触”或“2D 接触”来进行相关操作。
- “新建约束”：可以从其级联菜单中选择“点在线上副”“线在线上副”或“点在面上副”命令。其中“点在线上副”用于约束连杆上的一个点以保持与曲线的接触，“线在线上副”用于约束连杆上的一条曲线以保持与另一曲线的接触，“点在面上副”用于约束连杆上的一个点以保持与面的接触。
- “新建驱动”：为机构中的运动副创建一个独立的驱动。
- “新建标记”：在构件上相应点位置处创建一个标记，以通过标记获取构件上标记点所在位置的机构分析结果。
- “新建传感器”：从其级联菜单中选择一个选项来创建相应的传感器，包括位移传感器、速度传感器、加速度传感器和力传感器。
- “新建干涉”：检查机构是否与选定的几何体在运动的每一步存在碰撞。
- “新建测量”：计算运动中每一步中两组几何体的最小距离或最小夹角。
- “新建追踪”：在运动的每一步创建选定几何对象的副本。
- “新建载荷”：从展开的级联菜单中选择载荷类型命令，包括“标量力”“标量扭矩”“矢量力”和“矢量扭矩”。
- “环境”：设置解算方案类型（如动力学、运动学）来建立新仿真环境。
- “编辑表达式”：修改模型中存在的表达式。
- “导出表达式”：将当前仿真模型中编辑过的表达式导出到装配主模型中以实现对主模型的修改。
- “信息”：其级联菜单提供“运动连接”和“已修改的表达式”两个选项。选择“运动连接”选项时，系统将列出当前机构的整体信息，包括机构名称、自由度数、活动构件数、各构件名称及其参与的运动副名称等。选择“已修改的表达式”选项，则显示当前仿真模型中已修改的表达式的相关信息，如表达式名称、当前值和原值等。
- “导出”：从其级联菜单中选择可用的一种导出格式，将机构分析结果以选定的格式化输出。
- “导入”：将对象导入到主模型中，导入对象的文件格式可以为“机构”或“Process Simulate 运动学”。
- “新建解算方案”：创建一个新解算方案，其中定义了分析类型、解算方案类型以及特定于解算方案的载荷和运动驱动。
- “求解器”：用于选择求解器类型，如“RecurDyn”或“ADAMS”。

在运动导航器中，如果右击的是非工作状态的仿真模型，那么弹出的快捷菜单只提供“设为工作状态”命令、“重命名”命令、“删除”命令和“克隆”命令，如图 10-6 所示。“重命名”命令、“删除”命令和“克隆”命令在前面已经介绍过，在此不再赘述；“设为工

作状态”命令用于将当前所选的仿真模型设为工作状态。

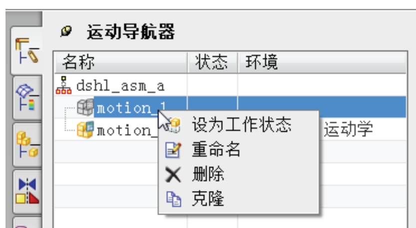


图 10-6 右击非工作状态的仿真模型时

10.1.3 运动仿真分析的基本步骤

运动仿真分析的基本步骤如下（仅供参考，可根据具体的实际情况灵活调整）。

1 打开主模型文件，切换至“运动仿真”应用模块。

2 在运动导航器中右击主模型，从弹出的右键快捷菜单中选择“新建仿真”命令来创建一个机构仿真模型，在创建机构仿真模型的过程中指定分析类型为“运动学”还是“动力学”。新建仿真模型后，可以对机构参数进行预设置。

3 进行运动模型的构建，包括为每个零件进行连杆特性设置，设置两个连杆间的运动副，以及添加机构载荷、连接器等。

4 设置运动参数，提交运动仿真模型数据，并且根据需要对运动仿真动画输出和运动过程进行控制。

5 以合适的方式输出机构分析结果。

10.2 创建连杆

在当前仿真模型中，可以定义组成目标机构的各个构件、运动副和标记等。如果要对机构进行动力学分析，那么还需要为各构件赋予质量特性，以及在机构中添加相应的载荷对象等。使用 UG NX 建模和装配功能建立的机械三维实体模型并不能直接成为运动机构，必须要给各个部件赋予一定的运动学特性，让其成为一个可与别的有着相同特性的部件相连接的连杆构件，机构中的每个可运动的零部件均应被定义为连杆构件。同时，为了要组成一个能运动的机构，还必须将两个相邻构件（包括机架、原动件、从动件）以一定方式连接起来（连接必须是可动连接，而不能是无相对运动的焊接或铆接这些固接），这便是下一节（10.3 节）要介绍的运动副。所谓的运动副是指使两个构件接触而又保持某些相对运动的可动连接。

应该将机构中刚体的对象定义为连杆构件（简称连杆）。如果一个部件被定义为一个连杆或某个连杆的组成部分，那么该部件将不能再次被选中定义为新连杆或新连杆的组成部分。

要定义连杆，则在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“连杆”按钮，弹出图 10-7 所示的“连杆”对话框，下面对该对话框各选项组的功能用途进行介绍。

- “连杆对象”选项组：该选项组用于选择需要创建为连杆的对象。在该选项组中单击“选择对象”按钮，接着使用鼠标在图形窗口中选择一个或多个几何对象以创

建连杆。

● “质量属性选项”选项组：该选项组用于设置构件质量特性的定义方法，如“自动”“用户定义”或“无”，如图 10-8 所示。“自动”选项表示连杆将采用系统默认的质量属性设置；“用户定义”选项用于由用户定义连杆的质量特性，选择“用户定义”选项时，“质量和惯性”选项组被激活，用户可以在“质量和惯性”选项组中对质量和惯性进行相应自定义；“无”选项用于不考虑连杆质量属性的情况，在只对机构进行运动学分析时可以选择“无”选项，因为在运动学仿真中，质量属性可以不考虑，而在动力学和静力学仿真时则必须考虑质量属性。



图 10-7 “连杆”对话框

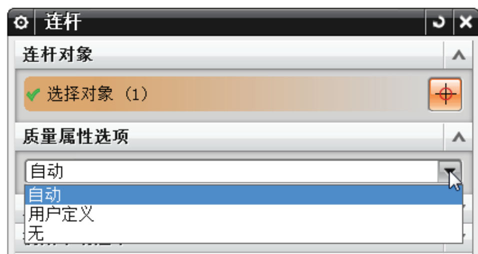


图 10-8 设定质量属性选项

● “质量和惯性”选项组：该选项组如图 10-9 所示。当采用“用户定义”质量属性选项时，用户可以在该选项组中设置连杆的质心、质量和惯性矩参数。

● “初始平动速率”选项组和“初始转动速度”选项组：“初始平动速率”选项组用于对连杆的初始平移速度进行设置。“初始转动速度”选项组用于对连杆的初始旋转速度进行设置。这两个选项组的设置内容如图 10-10 所示，均属于可选设置，一般可不启动其相关设置。



图 10-9 “质量和惯性”选项组



图 10-10 “初始平动速率”和“初始转动速度”选项组

- “设置”选项组：该选项组用于将连杆设置为固定连杆或非固定连杆。当在该选项组中勾选“固定连杆”复选框时，则设置连杆固定不动，连杆将作为机架。
- “名称”选项组：该选项组用于指定连杆的名称，系统默认的连杆名称为“L#”，#为连杆的创建序号（由 3 个数字表示），序号默认从 001 开始。



10.3 创建运动副与传动副

运动副是机构运动仿真的一个重点内容，而传动副则可以看做是特殊的运动副。

两个连杆构件之间的动力传递和相对运动由运动副定义和控制。在“运动仿真”应用模块的当前运动仿真环境中为相关部件定义了连杆特性，接着便可以用相关“运动副”功能来为指定的两个连杆定义连接方式，如此操作直到完成创建全部的运动副，从而完成建立运动机构。需要读者注意的是，创建好连杆后，每个独立的非固定连杆在空间中都有 6 个自由度，在连杆之间创建运动副其实就是在各连杆之间产生相应的约束，以达到运动和约束的效果，使这些连杆构建成一个运动机构。

10.3.1 创建运动副

本小节先介绍运动副的基本类型，接着介绍创建运动副所使用的对话框，然后再介绍创建运动副的一般方法步骤。

1. 运动副的基本类型

运动副的基本类型包括“旋转副”、“滑块”、“柱面副”、“螺旋副”、“万向节副”、“球面副”、“平面副”、“固定副”、“等速”、“共点运动副”、“共线”、“共面运动副”、“方向运动副”、“平行运动副”和“垂直”，共 15 种基本类型。下面介绍其中常用的几种基本类型。

1）“旋转副”：活动构件绕某根轴做旋转运动，组成旋转副的两个构件之间允许具有一个绕指定轴（如 Z 轴）作相对旋转的自由度。旋转副主要有两种形式，其中一种是两个连杆绕同一轴作相对转动，另一种则是一个连杆绕固定在机架上的一根轴做旋转运动。

2）“滑块”：即滑动副（又称移动副），用于设定两个相互连接的构件之间的相对滑动，组成滑动副的两个构件之间允许存在一个沿着指定方向（如 Z 轴方向）作相对滑动的自由度。滑动副也分两种主要形式，一种形式是一个构件固定为机架，而另一个构件在固定机架上滑动；另一种形式则是两个构件在某平面上沿着某个方向滑动且两者之间有相对滑动。

3）“柱面副”：一个构件的圆柱面包围另一个构件的圆柱面，并绕着轴线作相对旋转和平移。

4）“螺旋副”：一个构件绕着另一个构件作螺旋相对运动，即组成螺旋副的两个构件沿运动副坐标系 Z 轴做相对移动的同时绕 Z 轴作相对旋转。螺旋副也有两种情形，一种是一个连杆绕固定在机架上的一根轴进行旋转移动，另一种则是两个连杆绕同一轴作相对的旋转移动。

5）“万向节副”：可以定义两个构件绕相互正交的轴做相对运动，该运动副具有两个旋转自由度。

6）“球面副”：实现两个构件之间作各个自由度的相对转动，即组成球面副的两个

构件之间允许具有 3 个分别绕 X、Y、Z 轴作相对转动的自由度。注意：对于组成球面副的两个构件，其球面副在各自构件上的坐标系原点必须重合。

7）“平面副”：组成平面副的两个构件之间允许存在 3 个自由度，其中两个沿两构件接触平面做相对移动，另一个绕接触平面法线作相对转动。

8）“固定副”：两个构件采用固定连接，通常在箱体、底座和支架这些零部件之间设立固定副。

2．创建运动副所使用的对话框

在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“运动副”按钮，弹出“运动副”对话框，第一次打开的该对话框具有“定义”选项卡、“摩擦”选项卡和“驱动”选项卡，如图 10-11 所示。“定义”选项卡用于指定运动副类型并为该运动副类型指定连杆，以及设定极限条件、显示比例和名称等；“摩擦”选项卡用于设置是否启用摩擦，以及相应的摩擦参数（如果启用摩擦的话）；“驱动”选项卡则用于为选定的运动副类型指定驱动方式。例如，选择的运动副类型为“旋转副”，那么在“驱动”选项卡的下拉列表框中可选择“无”“恒定”“简谐”“函数”或“铰链运动”驱动方式。

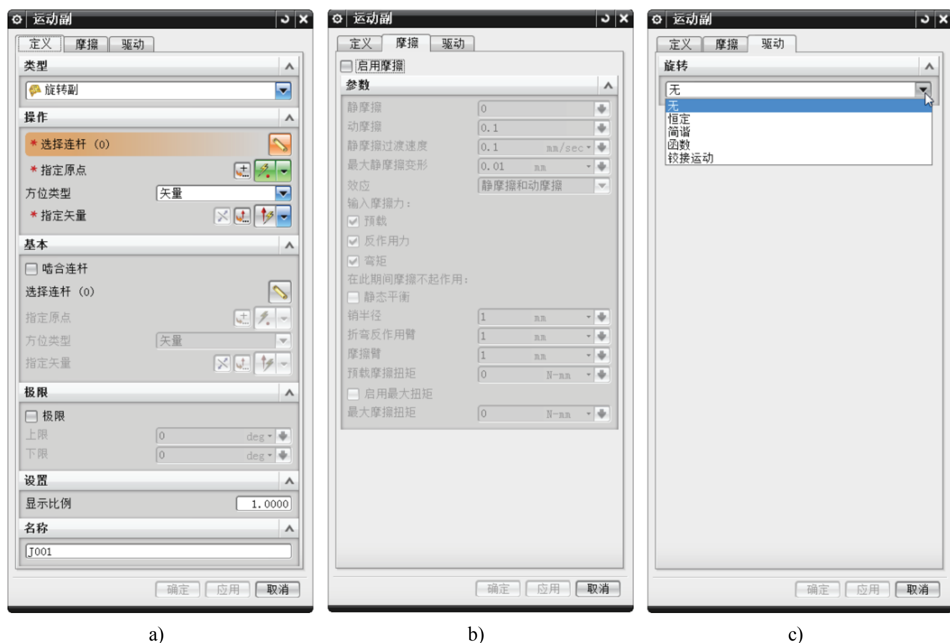


图 10-11 “运动副”对话框

a)“定义”选项卡 b)“摩擦”选项卡 c)“驱动”选项卡

这里着重介绍“定义”选项卡各主要选项组的功能含义。

- “类型”选项组：从该选项组的下拉列表框中选择运动副的类型。
- “操作”选项组：用于定义运动副中的第一个连杆构件，以及对该运动副在第一个连杆构件中的坐标系原点和方位进行定义。当该选项组的“用作连杆”按钮处于被选中激活状态时，在图形窗口中选择组成运动副的第一个构件的几何对象（如线、圆、实体边或实体等），UG NX 系统将根据所选的几何对象（如线、圆、实体边或实

体等）自动获得运动副在该构件上的坐标系原点和方位（即提供默认的坐标系原点和方位），如果 UG NX 系统提供的默认坐标系原点和方位不是所需要的或不是正确的，那么需要用户使用该选项组中的相应工具和选项来自行指定。



- “基本”选项组：用于定义运动副中的第二个连杆构件，以及对该运动副在第二个连杆构件中的坐标系原点和方位进行定义。对于运动副需要第二个连杆的情形，可像第一个连杆一样定义其原点和方位。“啮合连杆”复选框主要用于判断由不连接构件组成的运动副（“万向节副”除外）在调用机构分析解算器时是否连接在一起。当勾选中“啮合连杆”复选框时，在机构分析中，解算器会根据运动副的约束条件将两构件连接起来。例如，球面副按两构件的坐标原点实现连接；而旋转副则按两构件的坐标原点及 Z 轴重合来连接，在这种情形下，需要分别对组成运动副的两个构件上的坐标系原点和方位进行设定（包括系统默认设定和用户手动设定）。当未勾选“啮合连杆”复选框但是却选定了第二个连杆构件，则不需要对第二个构件中的运动副原点和方位进行设定，这是因为系统会默认两构件中的运动副坐标系原点和方位一致，即第二个构件中的运动副坐标系原点和方位会根据第一个构件的选取自动获得。另外，未勾选“啮合连杆”复选框并且未指定第二个连杆时，第一个连杆构件将默认与机架连接。
- “极限”选项组：当选择某些运动副类型（如“旋转副”和“滑块”）时才出现此选项组，用于设置当前运动副的限制条件。
- “设置”选项组：用于设置运动副显示图标的显示比例等。
- “名称”选项组：用于设置运动副的名称。默认的运动副名称命名形式为“J#”，#为由 3 个数字表示的序号，初始默认从 001 开始，如“J001”。

3．创建运动副的一般方法步骤

虽然运动副类型较多，不同的运动副类型所需的定义内容也会有所不同，但它们的创建方法是基本相似的，下面总结一下创建运动副的一般方法步骤。

1）在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“运动副”按钮，弹出“运动副”对话框。

2）在“定义”选项卡的“类型”下拉列表框中选择一种运动副类型。

3）利用“操作”选项组定义运动副要约束的第一个连杆。当选择第一个连杆时，系统会根据选择位置自动推断出要创建的运动副在该连杆上的原点和方向。对于选择位置为圆弧或圆时，系统推断运动副的原点位置圆弧或圆的圆心位置，运动副的 Z 轴垂直于该圆所在的平面；对于选择位置为直线时，系统推断出运动副的原点位于该直线最近的控制点上，且运动副的 Z 轴平行于该直线。如果默认的原点和方向不正确，那么由用户重新对它们进行定义。运动副的方位位置是指两个连杆连接或连杆与机架连接时关节点的所在，连杆将在此点与机架或另一连杆连接。对于不同的运动副，其原点和方位的定义会有相应的要求，这需要用户多加注意和总结。

4）如果在“基本”选项组取消勾选“啮合连杆”复选框且没有选择第二个连杆，那么运动副中的第一个连杆将与机架连接在一起，通常可表示运动副相对于地面运动。如果要为运动副定义要约束的第二个连杆，那么需要在“基本”选项组中单击“基本连杆”按钮，并选择运动副中要连接约束的第二个连杆。对于选定第二个连杆的情形主要分两种情况，一

种是勾选“啮合连杆”复选框的情形，此时通常需要根据运动副类型正确指定运动副在第二个连杆上的坐标系原点和方位，另一种则是未勾选“啮合连杆”复选框的情形，此时常不需要对运动副在第二个连杆构件上的原点和方位进行设置。

只有当在“基本”选项组中勾选“啮合连杆”复选框时，才要求用户设置运动副在第二个连杆上的原点和方位。在通常情况下，如果装配是完全定义好的（即装配中每一个组件均根据装配约束条件定义在所要求的位置），那么定义运动副第二个连杆的方位是不必要的。当装配没有完全定义好时，那么可以使用“啮合连杆”复选框的功能使组件在进行仿真时啮合到一起。

5）在“运动副”对话框的其他选项组中进行相应的设置。

6）在“运动副”对话框中单击“应用”按钮或“确定”按钮。

10.3.2 创建传动副

传动副是特殊的运动副，可以将传动副看做是基于基本运动副之间的运动副，主要包括齿轮副、齿轮齿条副、线缆副和 2-3 传动副。

1．齿轮副

齿轮副用于定义两个运动副之间的相对旋转运动，可以模拟一对齿轮的啮合传动，如图 10-12 所示。在创建齿轮副之前，需要先定义两个旋转副或一个旋转副与一个柱面副（由两个齿轮分别与其他构件组成）。

在功能区“主页”选项卡的“传动副”组中单击“齿轮副”按钮，弹出图 10-13 所示的“齿轮副”对话框；接着分别选定第一个运动副（选择第一个齿轮的旋转副）和第二个运动副（选择第二个齿轮的旋转副或柱面副），并在“设置”选项组的“比率”文本框中输入齿轮的传动比值，即被定义的第一个齿轮和第二个齿轮的节圆半径的比例（显示比例只是设置齿轮副图标在图形窗口中的显示比例）；在“名称”选项组的文本框中设定齿轮副的名称，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮，即可完成创建一个齿轮副。

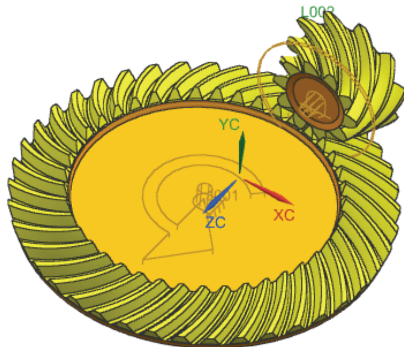


图 10-12　齿轮副示意



图 10-13　“齿轮副”对话框

2．齿轮齿条副

齿轮齿条啮合运动如图 10-14 所示，齿轮齿条副便是用于模拟齿轮与齿条之间的啮合运动的。在创建齿轮齿条副之前，通常需要先定义一个滑动副（由齿条和除齿轮外的另一个构件组成）和一个旋转副（由齿轮和除齿条外的另一个构件组成）。

在功能区“主页”选项卡的“传动副”组中单击“齿轮齿条副”按钮，弹出图 10-15 所示的“齿轮齿条副”对话框。第一个运动副选择齿条的滑动副，第二个运动副选择齿轮的旋转副，在“设置”选项组的“比率”文本框中设置齿轮的节圆半径（系统默认的该值为齿轮旋转轴线与齿条滑动轴线之间的距离），设定的该值决定齿轮齿条传动的节点（接触点）。当然也可以利用“接触点”选项组来手动定义齿轮齿条传动的节点。另外，在“名称”选项组的文本框中设置齿轮齿条副名称，最后单击“应用”按钮或“确定”按钮。


图 10-14 齿轮齿条啮合运动



图 10-15 “齿轮齿条副”对话框

3．线缆副

线缆副用于定义两个滑动副之间的相对运动，构成线缆副的构件对象可以是金属丝、带轮、皮带和滑轮等。在创建线缆副之前，要先定义两个滑动副。

在功能区“主页”选项卡的“传动副”组中单击“线缆副”按钮，弹出图 10-16 所示的“线缆副”对话框，接着分别选择线缆副的第一个滑动副和第二个滑动副，以及设置比率值和名称，然后单击“应用”按钮或“确定”按钮。

4．2-3 传动副

2-3 传动副用于定义两个或 3 个旋转副、滑动副和柱面副之间的相对运动。

在功能区“主页”选项卡的“传动副”组中单击“2-3 传动副”按钮，弹出图 10-17 所示的“2-3 传动副”对话框，从“附着类型”选项组的下拉列表框中选择“2 联接传动副”或“3 联接传动副”，接着根据所选的附着类型分别进行相应定义。



图 10-16 “线缆副”对话框



图 10-17 “2-3 传动副”对话框

10.4 新建约束

运动仿真环境中新建约束的命令工具有以下 3 个，它们均位于功能区“主页”选项卡的“约束”组中。它们是运动副和传动副的补充工具。

- “点在线上副”按钮：该按钮用于约束连杆上的一个点以保持与曲线的接触。单击此按钮，弹出图 10-18 所示的“点在线上副”对话框，接着选择连杆并指定连杆上的一个点，再利用“曲线”选项组来选择曲线，其中曲线参数化方法有“用户定义的间距”和“基于曲率”两种。



图 10-18 “点在线上副”对话框

- “线在线上副”按钮：该按钮用于约束连杆上的一条曲线以保持与另一曲线的接触。单击此按钮，弹出图 10-19 所示的“线在线上副”对话框。接着分别指定要约

束的第一曲线集和第二曲线集，并设置线在线上副图标的显示比例和名称。

- “点在曲面上”按钮：该按钮用于约束连杆上的一个点以保持与面的接触。单击此按钮，弹出图 10-20 所示的“点在曲面上”对话框，接着选择连杆及该连杆上的一个点，再利用“面”选项组来选择一个面，从而使连杆上的一个选定点保持与选定面相接触。



图 10-19 “线在线上副”对话框



图 10-20 “点在曲面上”对话框

10.5 连接器和加载

在“运动仿真”应用模块中，用户可以根据实际情况给运动机构定义“连接器”和“加载”（添加载荷），使整个机械运动模型在逼近真实的工程状态下工作，通过模拟机构零件间的弹性连接、弹簧、阻尼元件和控制力等尽可能地获得与真实情况相吻合的运动状态。

10.5.1 连接器

在“运动仿真”应用模块的“主页”选项卡中提供了一个“连接器”组，该组包括有“弹簧”按钮、“阻尼器”按钮、“衬套”按钮、“3D 接触”按钮和“2D 接触”按钮，下面分别予以介绍。

1．“弹簧”按钮

“弹簧”按钮用于创建一个柔性单元，以在两个连杆之间、一个连杆和框架（机架）之间、一个可平移运动副（即滑动副）中或在一个旋转副上施加力或扭矩。这相当于在两个连杆之间或指定运动副上添加了一个具有某种载荷作用的弹簧。

单击“弹簧”按钮，弹出“弹簧”对话框，弹簧的附着方式分 3 种，即“连杆”“滑动副”和“旋转副”，选择不同的附着方式来将弹簧定义在不同的位置，其操作步骤和定义内容会有所不同，如图 10-21 所示。其中，“连杆”附着方式和“滑动副”附着方式用于在两个连杆之间、连杆与机架之间或在运动副上的弹簧上施加弹簧力，属于施加平移的弹簧力，而“旋转副”附着方式则用于设置作用于旋转副上的弹簧力，属于施加扭转的弹簧力。以选用“连杆”附着方式在两个连杆之间添加弹簧力为例，可利用“操作”选项组定义弹簧

力所作用的第一个连杆及其弹簧力的作用点位置，利用“基本”选项组定义弹簧力所作用的第二个连杆及其弹簧力的作用点位置，在“弹簧参数”选项组中定义弹簧的刚度、预载量、自由长度等，在“名称”选项组中指定弹簧力的名称，必要时可通过“阻尼器”选项组创建阻尼器，然后单击“确定”按钮。



图 10-21 “弹簧”对话框

a) 附着方式为“连杆” b) 附着方式为“滑动副” c) 附着方式为“旋转副”

2．“阻尼器”按钮

“阻尼器”按钮用于在两个连杆、一个连杆和机架（框架）、一个可平移的运动副（滑动副）或在一个旋转副上创建一个反作用力或扭矩。

单击“阻尼器”按钮，弹出“阻尼器”对话框，阻尼器的附着方式也分 3 种，即“连杆”“滑动副”和“旋转副”，如图 10-22 所示。可选择不同的附着方式将设定系数的阻尼器定义在相应的位置。

3．“衬套”按钮

“衬套”按钮用于创建一个常规或圆柱形“衬套”，以在两个连杆之间定义一个柔性关系。所谓的“衬套”代表了作用在有一定距离的两个构件之间的载荷，该载荷可同时起到力和力矩的效果。

单击“衬套”按钮，弹出图 10-23 所示的“衬套”对话框，其中提供了“定义”和“系数”两个选项卡。在“定义”选项卡的“类型”下拉列表框中选择“圆柱”或“常规”选项，确定载荷的作用连杆、作用原点和方位，以及确定载荷的施加连杆、施加原点和方位等，在“系数”选项卡中设置衬套的相关系数。注意“圆柱”衬套和“常规”衬套所需设置的相关系数是不相同的，图 10-24 只是给出了“圆柱”衬套所要设定的刚度系数和阻尼系数。



图 10-22 “阻尼器”对话框

a) 附着方式为“连杆” b) 附着方式为“滑动副” c) 附着方式为“旋转副”

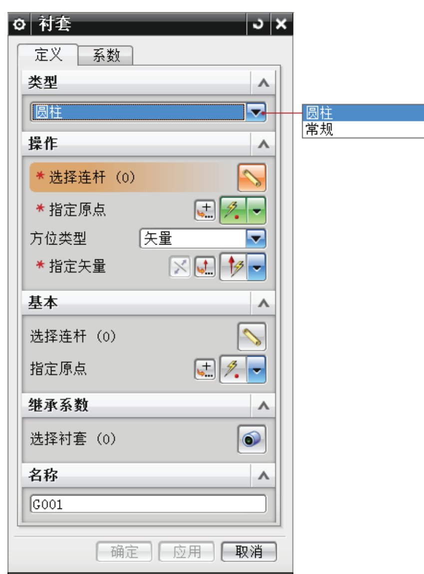


图 10-23 “衬套”对话框



图 10-24 “系数”选项卡

4．“3D 接触”按钮

“3D 接触”按钮用于在一个体和一个静止对象之间、在两个移动体之间或为针对一个体来支撑另一个体定义接触。

添加 3D 接触的操作步骤较为简单，即单击“3D 接触”按钮，弹出图 10-25 所示的“3D 接触”对话框，接着分别选择相互接触的两个对象（如两个体），并设置相应的参数即可。

5．“2D 接触”按钮

“2D 接触”按钮用于在两个共面的曲线之间创建接触，以使附着到这些曲线上的连杆

产生与材料有关的影响。创建 2D 接触可以定义组成“线在线上副”的两个构件之间的接触力，可以在两个构件（即两条平面曲线分别所属的构件）之间添加弹性或非弹性冲击。

单击“2D 接触”按钮，弹出图 10-26 所示的“2D 接触”对话框，分别选择第一组平面曲线和第二组平面曲线（需要时可单击相应的“反向”按钮），接着设置 2D 接触的参数和名称，单击“确定”按钮。



图 10-25 “3D 接触”对话框



图 10-26 “2D 接触”对话框

10.5.2 加载

在功能区“主页”选项卡的“加载”组中提供了“标量力”按钮、“标量扭矩”按钮、“矢量力”按钮和“矢量扭矩”按钮。下面分别介绍这些加载力工具的应用。

1．“标量力”按钮

“标量力”按钮用于在两个连杆之间或在一个连杆和机架（框架）之间创建一个标量力。标量力可以使一个连杆运动，也可以给一个静止状态添加载荷，还可以作为约束和延缓连杆运动的反作用力。

单击“标量力”按钮，弹出图 10-27 所示的“标量力”对话框，指定操作连杆及其原点，再指定基本连杆及其原点，在“幅值”选项组中指定标量力的类型及其大小关系，在“名称”选项组的文本框中指定标量力的名称，单击“确定”按钮，便可在两点之间创建一个标量力，力的作用方向为从指定的第一点指向第二点。

2．“标量扭矩”按钮

“标量扭矩”按钮用于围绕旋转副的轴创建一个标量扭矩。

单击“标量扭矩”按钮，弹出图 10-28 所示的“标量扭矩”对话框。选择要添加标量扭矩的旋转副，并在“幅值”选项组中指定标量扭矩的幅值类型及其大小关系。

3．“矢量力”按钮

“矢量力”按钮用于在两个连杆之间或在一个连杆和一个机架（框架）之间创建一个

力，以既定的 Z 轴或以绝对 CSYS 的轴为中心施加。矢量力的方向可保持恒定或相对于某个移动体而变化。



图 10-27 “标量力”对话框



图 10-28 “标量扭矩”对话框



矢量力的所有分量都可以依据绝对坐标系确定，或者依据指定的基准方向确定，而标量力的作用方向取决于所选构件及在构件上指定的位置（标量力与相应的构件相关联）。

单击“矢量力”按钮，弹出图 10-29 所示的“矢量力”对话框，可以采用“分量”类型或“幅值和方向”类型来创建所需的矢量力。

4．“矢量扭矩”按钮

“矢量扭矩”按钮用于在两个连杆或在一个连杆和一个机架（框架）之间创建一个扭矩，应用于定义的 Z 轴或绝对坐标系的轴。

单击“矢量扭矩”按钮，弹出图 10-30 所示的“矢量扭矩”对话框，可以采用“分量”类型或“幅值和方向”类型来创建所需的矢量扭矩。

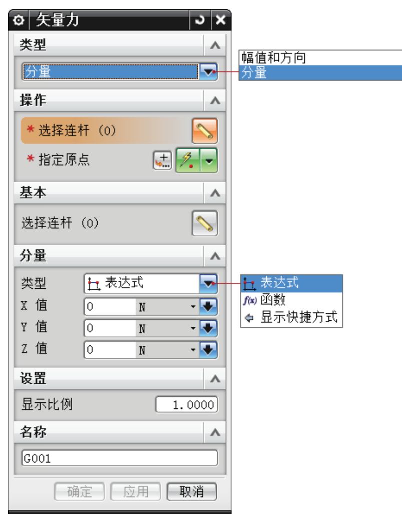


图 10-29 “矢量力”对话框



图 10-30 “矢量扭矩”对话框

10.6　创建驱动

在定义连杆和运动副之后，如果没有驱动力，那么机构还是不能运动。在创建运动副时，可以通过运动副创建对话框的“驱动”选项卡来为该运动副添加驱动力。在很多时候，在创建运动副时并没有考虑驱动力的因素，可以在创建运动副之后再为机构中的指定运动副创建一个独立的驱动。

在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“驱动”按钮，弹出图 10-31 所示的“驱动”对话框，此时系统提示选择旋转副、滑动副、柱面副或“点在曲线上”约束，选择其中之一。以选择旋转副作为驱动对象为例，此时“驱动”对话框的“驱动”选项组可用并根据所选对象提供相应的设置内容。对于旋转副为驱动对象而言，“驱动”选项组提供一个“旋转”下拉列表框，该下拉列表框提供 4 种旋转驱动方式，即“无”“恒定”“简谐”和“函数”，如图 10-32 所示。“无”驱动方式代表没有外加的运动驱动附加到运动副上；“恒定”驱动方式指设置某一个运动副为恒定运动；“简谐”驱动方式用于生成一个光滑的向前或向后的正弦运动，所需参数为幅值、频率、相位角和位移；“函数”驱动方式用于输入复杂运动驱动的数学函数，可进入函数管理器进行函数类型的编辑定义。



图 10-31　“驱动”对话框



图 10-32　设置“驱动”方式及其参数

利用“驱动”对话框选择驱动对象并设置相应的驱动方式和参数，单击“应用”按钮或“确定”按钮，从而完成为机构中的选定运动副创建一个独立的驱动。

10.7　运动仿真解算求解及结果分析

在 UG NX 9.0 中，可以将运动分析的全过程分为前处理、解算求解和后处理 3 个阶段。其中，前处理包括在新建仿真模型，在主模型上定义连杆、运动副、连接器、载荷和驱动力；解算求解主要指对输入的数据进行解算，生成解算信息；后处理则是对解算求解的信息进行分析，可将解算数据通过动画、作图、电子表格等分析方式展示出来，并可以以多种格式导出分析结果。



10.7.1 设置解算方案类型与解算方案

完成第一阶段的前处理后，在仿真解算求解之前可先设置解算方案类型。这里将解算方案类型设置为“运动学”，即在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“环境”按钮，弹出图 10-33 所示的“环境”对话框，从中选择“运动学”单选按钮，单击“确定”按钮。

在运动导航器中选择要建立解算方案的仿真模型（如“motion_1”），接着单击鼠标右键并从弹出的快捷菜单中选择“新建解算方案”命令，或者直接在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“解算方案”按钮，弹出图 10-34 所示的“解算方案”对话框，从中设置解算方案选项、重力、名称和求解器参数。解算方案选项的设置内容包括解算方案类型、分析类型、时间和步数等。例如，将解算方案类型设置为“常规驱动”，分析类型为“运动学/动力学”，时间和步数根据要求设定，通常还勾选“通过按‘确定’进行解算”复选框。然后单击“确定”按钮。



图 10-33 “环境”对话框



图 10-34 “解算方案”对话框

10.7.2 解算方案求解

如果在“解算方案”对话框的“解算方案选项”选项组中勾选“通过按‘确定’进行解算”复选框，那么单击“确定”按钮时，UG NX 系统将进行解算操作。否则，还需要在功能区“主页”选项卡的“分析”组中单击“求解”按钮来解算运动解算方案并生成结果集。求解解算方案是运动仿真的关键一步。

完成解算方案求解并生成结果集后，功能区“主页”选项卡的“分析”组中的“动画”按钮和“作图”按钮等一些工具可用，如图 10-35 所示。

10.7.3 运动仿真的其他分析

运动仿真的其他分析工具包括“干涉”按钮、“测量”按钮、“追踪”按钮、“模型检查”按钮、“动画”按钮、“作图”按钮、“填充电子表格”按钮、“创建序

列”按钮和“载荷传递”按钮，它们的功能用途如表 10-1 所示。

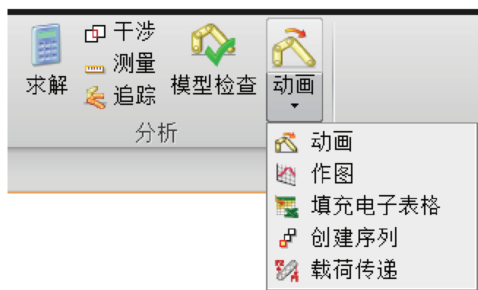


图 10-35 “分析”组

表 10-1　运动仿真的分析工具

序号	按钮	命 令 名 称	功 能 用 途
1		求解	对运动仿真解算方案进行求解以生成结果集
2		干涉	检查机构是否与选定的几何体在运动的每一步存在碰撞
3		测量	计算运动中每一步中两组几何体的最小距离或最小夹角
4		追踪	在运动的每一步创建选定几何对象的副本
5		模型检查	验证所有运动对象
6		动画	根据机构在指定时间内仿真步数，执行基于时间的运动仿真
7		作图	为选定的运动副和标记创建指定可观察量的图表
8		填充电子表格	将仿真中每一步运动副的位移数据填充到一个电子表格文件
9		创建序列	为所有被定义为机构连杆的组件创建运动动画
10		载荷传递	计算反作用载荷以进行结构分析

动态仿真包括基于时间和基于位移两种，这需要在新建解算方案时通过设定解算方案类型等内容来确定。这里，以基于时间的机构动态仿真为例（之前设定的解算方案类型为“常规驱动”，分析类型为“运动学/动力学”），单击“动画”按钮，弹出图 10-36 所示的“动画”对话框。在“动画控制”选项组的“滑动模式”下拉列表框中选择“时间（秒）”选项或“步骤”选项。其中，“时间（秒）”选项设置动画以时间（秒）为单位进行播放，“步骤”选项则设置动画以步数为单位进行逐步播放。设置好滑动模式后，单击“播放”按钮便可以播放运动仿真动画了。如果觉得动画播放速度过快，那么可以在“设置”选项组中通过拖动滑块来调整动画延时参数以使动画播放速度适当变慢。在“设置”选项组中还可以设置播放模式，播放模式可以为“播放一次”、“循环播放”或“往返播放”。要停止播放，则单击“停止”按钮。

要将动画录制为电影文件，那么在“动画控制”选项组中单击“导出至电影”按钮，弹出图 10-37 所示的“录制电影”对话框，指定文件类型为“AVI 格式文件（*.avi）”，设定保存位置和文件名，单击“OK”按钮。



图 10-36 “动画”对话框

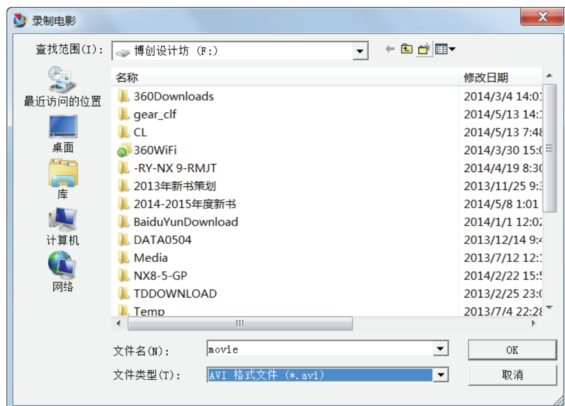


图 10-37 “录制电影”对话框

“动画”对话框还提供了 4 个封装选项和多个后处理工具。

10.8 运动仿真范例

本节介绍两个运动仿真范例，其中一个为齿轮传动仿真范例，另一个则是铰链四杆机构运动仿真范例。通过范例引导读者掌握 UG NX 运动仿真的实现步骤。

10.8.1 齿轮传动仿真范例

打开“CH10\bc_gear_clf.prt”文件，该文件已经创建好要实现啮合传动的两个齿轮，如图 10-38 所示。其中大齿轮将作为主动齿轮，小齿轮将作为从动齿轮，两个齿轮的模数 m 均为 6，大齿轮的齿数 Z_1=46，小齿轮的齿数 Z_2=15。

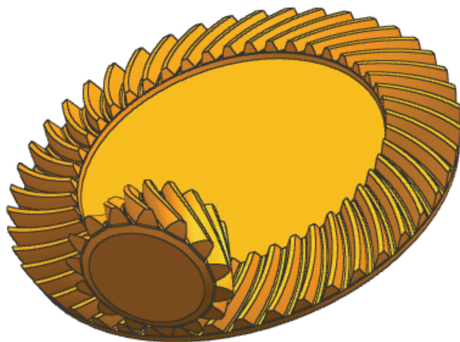


图 10-38 已有的两个齿轮模型

步骤 1 切换至“运动仿真”应用模块。

在功能区中打开“文件”选项卡，接着从“应用模块”选项组中选择“运动仿真”命令，从而切换至“运动仿真”应用模块。

步骤 2 新建仿真。

1 在运动导航器中右击主模型“bc_gear_clf”所在的行，弹出一个右键快捷菜单，如图 10-39 所示。接着从该快捷菜单中选择“新建仿真”命令，弹出“环境”对话框。

2 在“分析类型”选项组中选择“运动学”单选按钮，接受默认的仿真名为“motion_1”，如图 10-40 所示。

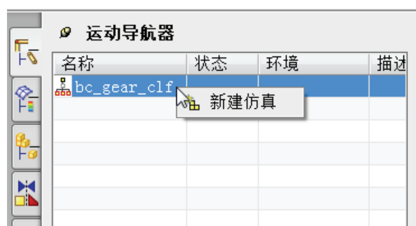


图 10-39 右击主模型弹出一个快捷菜单



图 10-40 “环境”对话框

3 在“环境”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 3 创建连杆。

1 在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“连杆”按钮，弹出图 10-41 所示的“连杆”对话框。

2 在图形窗口中单击大齿轮以将大齿轮定义为一个连杆对象，质量属性选项默认为“自动”，在“设置”选项组中确保取消勾选“固定连杆”复选框，在“名称”选项组的文本框中接受默认的连杆名称为“L001”，单击“应用”按钮。

3 在图形窗口中单击小齿轮以将小齿轮定义为一个新连杆对象，该连杆名称默认为“L002”，单击“确定”按钮。

此时，在运动导航器的“名称”列中以层节树形式显示有两个连杆的名称，如图 10-42 所示。



图 10-41 “连杆”对话框

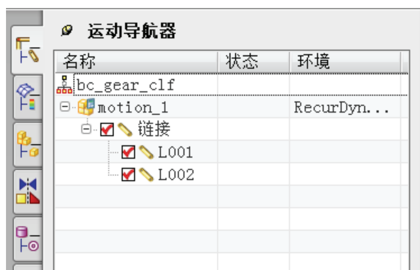


图 10-42 创建好两个连杆

步骤 4 创建运动副。

1 在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“运动副”按钮，弹出“运动副”对话框。

2 切换至“定义”选项组，从“类型”下拉列表框中选择“旋转副”选项。

3 此时“操作”选项组中的“作用连杆”按钮处于被选中激活的状态，在图形窗口中选择大齿轮连杆“L001”，大齿轮连杆的单击选择位置可以精心指定在一个大圆形轮廓边上，如图 10-43 所示，UG NX 系统会根据单击选择位置自动设定旋转副在该连杆上的坐标系原点和方位。当然用户也可以使用相关的工具和选项来自行指定。

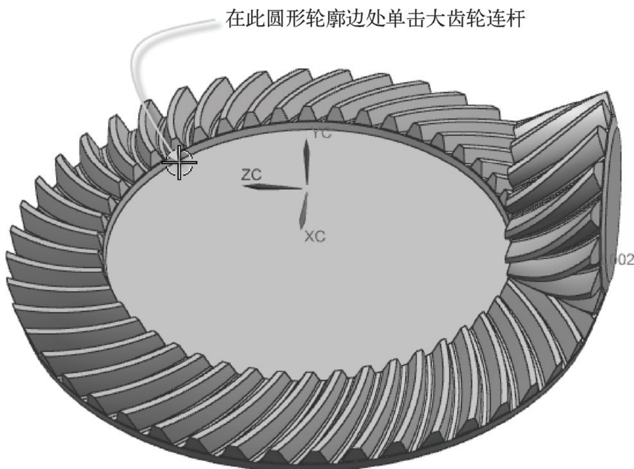


图 10-43 选择作用连杆来定义第 1 个旋转副

4 在“基本”选项组中取消勾选“啮合连杆”复选框，在“极限”复选框中取消勾选“极限”复选框，在“设置”选项组的“显示比例”文本框中输入“2”，在“名称”文本框中默认该旋转副名称为“J001”，单击“应用”按钮。

5 默认运动副类型为“旋转副”，选择小齿轮连杆“L002”，注意选择单击的位置以获得正确的旋转副默认原点和方位，如图 10-44 所示，第 2 个旋转副的名称默认为“J002”。

6 单击“确定”按钮。此时在运动导航器的“名称”列的“运动副”节点下产生了两个旋转副节点，如图 10-45 所示。

步骤 5 创建齿轮副。

1 在功能区“主页”选项卡的“传动副”组中单击“齿轮副”按钮，弹出“齿轮副”对话框。

2 为齿轮副指定第一个运动副：在图形窗口中选择大齿轮连杆的旋转副，如图 10-46 所示。

3 为齿轮副指定第二个运动副：在图形窗口中选择小齿轮连杆的旋转副，如图 10-46 所示。

4 在“设置”选项组的“比率”文本框中输入“46/15”（传动比），在“显示比例”框中设置显示比例为“2”，如图 10-47 所示。

5 单击“确定”按钮。

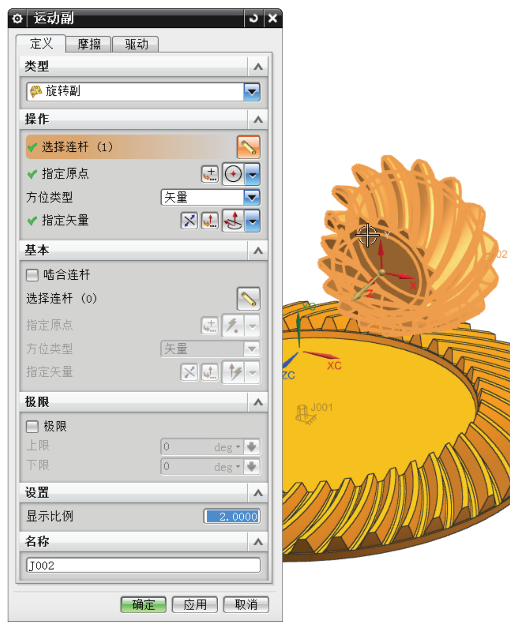


图 10-44　选择另一个连杆定义第 2 个旋转副



图 10-45　运动导航器显示的旋转副节点

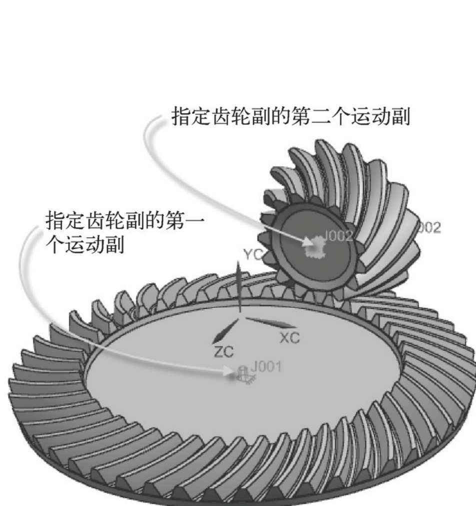


图 10-46　选择两个运动副定义齿轮副



图 10-47　设置齿轮副的比率

步骤 6　为主动齿轮添加驱动力。

1 在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“驱动”按钮，弹出“驱动”对话框。

2 在大齿轮中选择“J001”旋转副作为驱动对象。

3 在“驱动”选项组的“旋转”下拉列表框中选择“恒定”选项，在“初速度”框中输入“200”，如图 10-48 所示。

4 在“设置”选项组的“名称”文本框中可更改驱动名称，这里接受默认的驱动名

称。展开“预览方向”选项组，勾选“预览”复选框以预览驱动方向，此时在图形窗口中可以预览到驱动方向，如图 10-49 所示。



图 10-48 “驱动”对话框

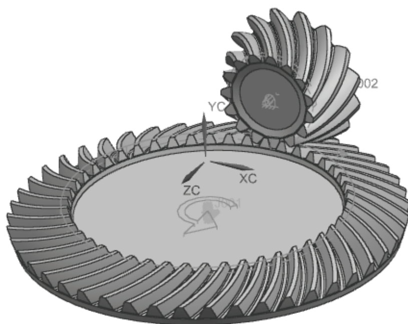


图 10-49 预览驱动方向

5 单击“确定”按钮。

步骤 7 新建解算方案并求解。

1 确保当前仿真环境为“运动学”，接着在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“解算方案”按钮，弹出“解算方案”对话框。

2 在“解算方案选项”选项组的“解算方法类型”下拉列表框中选择“常规驱动”选项，从“分析类型”下拉列表框中选择“运动学/动力学”选项，设置“时间”为“4”，“步数”为“200”，勾选“通过按‘确定’进行解算”复选框，如图 10-50 所示。

3 解算方案的名称默认为“Solution_1”，单击“确定”按钮，从而新建一个解算方案并进行解算。此时，运动导航器也列出解算方案的信息，如图 10-51 所示。



图 10-50 “解算方案”对话框



图 10-51 对解算方案进行解算后

步骤 8 播放仿真动画以及将动画以 GIF 格式输出。

1 在功能区“主页”选项卡的“分析”组中单击“动画”按钮，弹出“动画”对话框。

2 在“动画控制”选项组的“滑动模式”下拉列表框中选择“时间（秒）”选项；在“设置”选项组中单击“循环播放”按钮以将播放模式设置为循环播放，动画延时值默认为“0”，如图 10-52 所示。

3 在“动画控制”选项组中单击“播放”按钮，动画以循环播放的方式一直播放下去。此时若发现动画播放速度太快，可以先单击“停止”按钮停止运动动画，接着在“设置”选项组中拖动滑块来使动画延时一定的数值。例如将动画延时值设定为“505”，再单击“播放”按钮来观看齿轮啮合传动的仿真动画。

4 在“动画”对话框中单击“关闭”按钮。

5 在运动导航器中右击“motion_1”，弹出一个快捷菜单，如图 10-53 所示，从该快捷菜单中选择“导出”|“动画 GIF”命令。



图 10-52 在“动画”对话框中进行相关设置

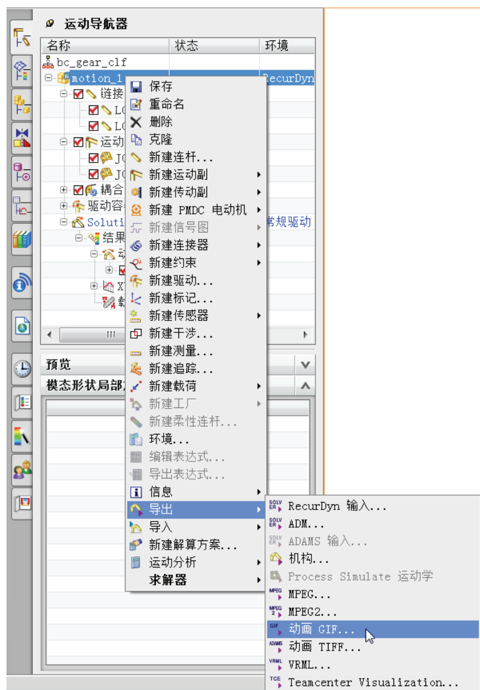


图 10-53 导出动画 GIF 的命令操作

6 系统弹出图 10-54 所示的“动画 GIF”对话框，单击“指定文件名”按钮，弹出图 10-55 所示的“动画输出文件”对话框，输入新的文件名，单击“OK”按钮，将会在当前路径下导出 GIF 格式的动画文件。

7 在“动画 GIF”对话框中单击“确定”按钮，开始导出动画 GIF。

10.8.2 铰链四杆机构运动仿真范例

本节介绍一个铰链四杆机构运动仿真范例。该范例的主要知识看点有以下两点。

1）主模型在“装配”应用模块中创建有相应的装配约束，相关地方存在着合理的自由度，切换至“运动仿真”应用模块时可以由 UG NX 系统自动判断出各连杆构件，并由“机构运动副向导”功能自动根据装配约束生成相应的运动副等。当然如果自动生成了不希望的

运动副，那么可以将其删除后再自行根据运动要求来创建。

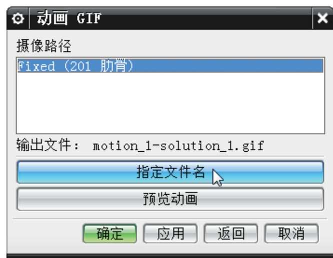


图 10-54 “动画 GIF”对话框

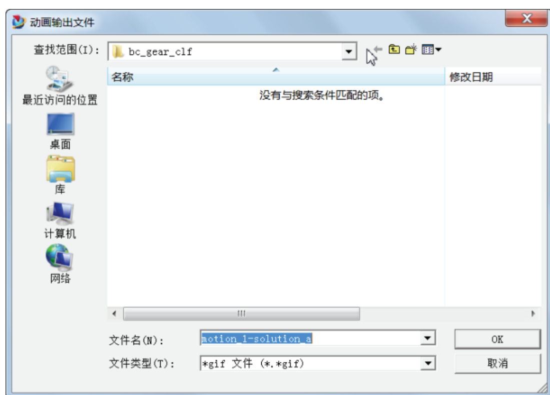


图 10-55 “动画输出文件”对话框

2）输出指定对象的运动曲线图。

该机构运动仿真范例的操作步骤如下。

步骤 1 打开装配模型并切换至“运动仿真”应用模块。

1 启动 UG NX 9.0 后，在“快速访问”工具栏中单击“打开”按钮（或者按〈Ctrl+O〉快捷键），弹出“打开”对话框，选择要打开的配套模型文件“CH10\4jl\bc_4gjl.prt”，单击“OK”按钮，如图 10-56 所示。

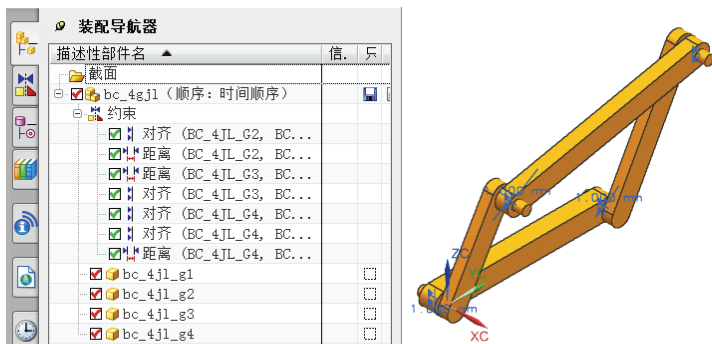


图 10-56 已有的装配模型

2 在功能区中打开“文件”选项卡，接着从“应用模块”选项组中选择“运动仿真”命令，从而切换至“运动仿真”应用模块。此时，资源条上出现“运动导航器”按钮，该按钮处于选中状态以打开运动导航器。

步骤 2 新建仿真并进行一些准备工作。

1 在运动导航器窗口中右击主模型“bc_4gjl”，如图 10-57 所示，接着从弹出的快捷菜单中选择“新建仿真”命令，弹出“环境”对话框。

2 在“环境”对话框的“分析类型”选项组中选择“动力学”单选按钮，在“仿真名”选项组的文本框中接受默认的仿真名为“motion_1”，如图 10-58 所示，然后单击“确定”按钮。



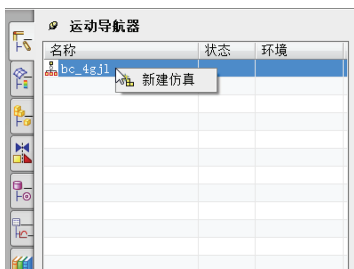


图 10-57　右击主模型



图 10-58　“环境”对话框

3 系统弹出图 10-59 所示的“机构运动副向导”对话框，该对话框列出了相关配对条件/约束映射至的运动副，这里单击“确定”按钮接受全部映射的运动副。



图 10-59　“机构运动副向导”对话框

4 系统弹出图 10-60 所示的“主模型到仿真的配对条件/约束转换”对话框，提示当前没有连杆副在机构中接地，询问是否要通过向连杆副附加一个固定运动副来使指定的一个连杆接地，这里单击“是”按钮。

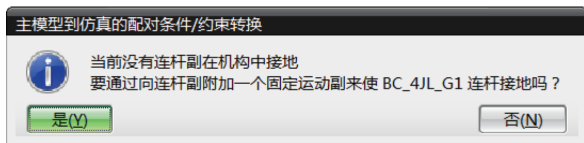


图 10-60　“主模型到仿真的配对条件/约束转换”对话框

5 在运动导航器中可以看到自动定义的连杆对象（4 个）和运动副（5 个），此时，为了便于看到运动副在机构中的显示图标，可以在上边框条中单击“带有淡化边的线框”按钮，将铰链四杆机构以“带有淡化边的线框”形式显示，如图 10-61 所示。

6 在功能区中单击“文件”选项卡标签以打开“文件”选项卡，接着从“首选项”选项组中选择“运动”命令（见图 10-62），弹出“运动首选项”对话框，勾选“名称显示”复选框，“图标比例”设置为“1”，从“角度单位”下拉列表框中选择“度数”选项，勾选“质量属性”复选框，如图 10-63 所示。

7 在“运动首选项”对话框中单击“重力常数”按钮，弹出“全局重力常数”对话框，从中设置图 10-64 所示的全局重力常数，单击“确定”按钮。

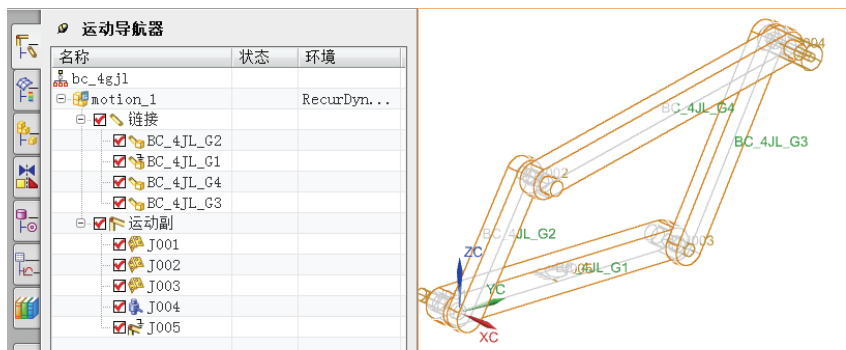


图 10-61　运动导航器与更改显示样式的模型显示效果

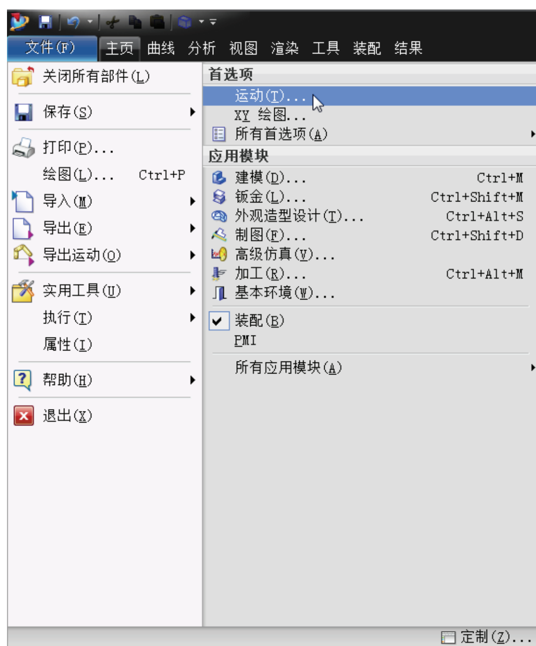


图 10-62　选择“运动”首选项命令



图 10-63　“运动首选项”对话框



图 10-64　“全局重力常数”对话框

5 在“运动首选项”对话框中单击“确定”按钮。

步骤 3　创建运动驱动。

1 在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“驱动”按钮，弹出“驱动”对



话框。

2 选择“J001”旋转副作为驱动对象，如图 10-65 所示。

3 在“驱动”对话框的“驱动”选项组中设置图 10-66 所示的驱动参数。

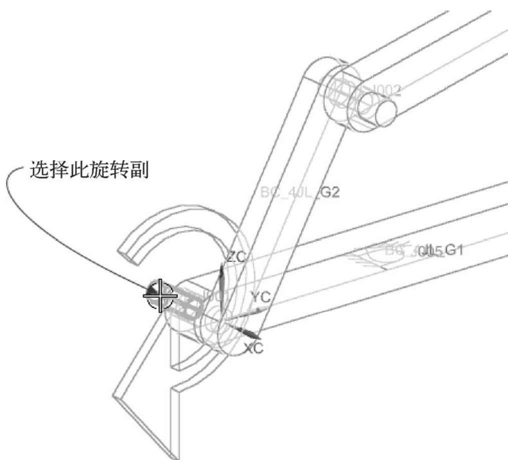


图 10-65　指定驱动对象



图 10-66　“驱动”对话框

4 单击“确定”按钮。

此时，可以在上边框条中单击“带边着色”按钮，以“带边着色”样式显示模型。

步骤 4　基于时间的动态仿真。

1 在功能区“主页”选项卡的“设置”组中单击“解算方案”按钮，弹出“解算方案”对话框。

2 从“解算方案选项”选项组的“解算方案类型”下拉列表框中选择“常规驱动”选项，从“分析类型”下拉列表框中选择“运动学/动力学”选项，在“时间”文本框中输入“5”，在“步数”文本框中输入“360”，取消勾选“包含静态分析”复选框和“通过按‘确定’按钮进行解算”复选框，如图 10-67 所示。

3 单击“解算方案”对话框的“确定”按钮。

4 在功能区“主页”选项卡的“分析”组中单击“求解”按钮，UG NX 系统对当前解算方案进行求解，系统弹出图 10-68 所示的“信息”窗口，提示检测到 2 个冗余约束，冗余约束将自动移除，单击“关闭”按钮关闭此“信息”窗口。

5 在功能区“主页”选项卡的“分析”组中单击“动画”按钮，弹出“动画”对话框，从“动画控制”选项组的“滑动模式”下拉列表框中选择“时间（秒）”选项，在“设置”选项组中单击“播放一次”按钮，如图 10-69 所示。

6 单击“播放”按钮，系统根据输入的分析时间和主动件驱动参数在图形窗口中对机构进行动态仿真。图 10-70 所示为动态运动仿真到某一个时间点时的机构连杆位置截图。

7 在“动画”对话框的“动画控制”选项组中单击“导出至电影”按钮，弹出“录制电影”对话框，在指定文件夹目录下设置文件名为“Fblm_movie”，文件类型默认为“AVI 格式文件（*.avi）”，如图 10-71 所示。单击“OK”按钮，则系统开始为动画录制电影。



图 10-67　解算方案设置

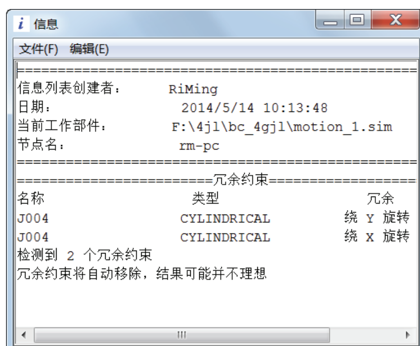


图 10-68　求解弹出的处理信息



图 10-69　“动画”对话框

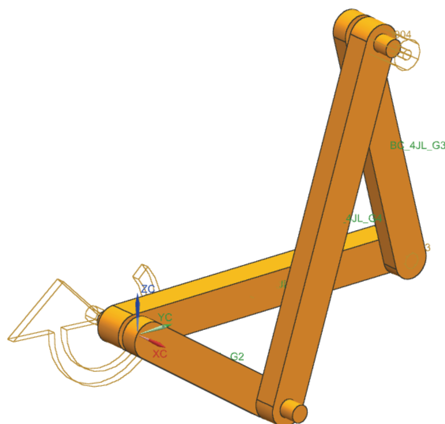


图 10-70　动态仿真中的某一截图

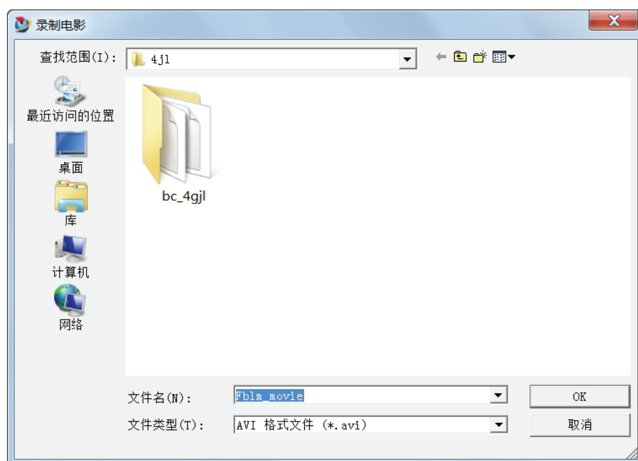


图 10-71　“录制电影”对话框

8 在“动画”对话框中单击“关闭”按钮。



步骤 5 输出指定对象的运动曲线图。

1 在功能区“主页”选项卡的“分析”组中单击“作图”按钮，弹出图 10-72 所示的“图表”对话框。

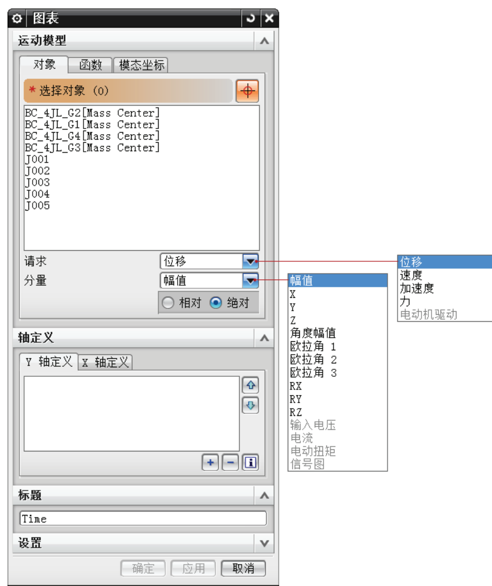


图 10-72 “图表”对话框

2 在“运动模型”选项组的“对象”列表中选择“J003”对象，从“请求”下拉列表框中选择“加速度”选项，从“分量”下拉列表框中选择“角度幅值”选项，选择“绝对”单选按钮，在“轴定义”选项组的“Y 轴定义”选项卡中单击“添加一条曲线”按钮，如图 10-73 所示。单击“应用”按钮，弹出图 10-74 所示的“查看窗口”对话框。

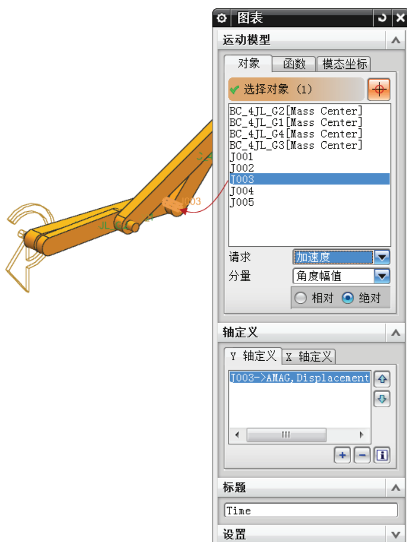


图 10-73 为运动模型进行相关设置



图 10-74 “查看窗口”对话框

3 在“查看窗口”对话框中单击“新建窗口”按钮，则弹出一个图形窗口来显示当前设定的运动曲线图（该图为指定对象的角加速度变化曲线图），如图 10-75 所示。在该图形窗口中单击“关闭”按钮可关闭该图形窗口。所创建的图表将在运动导航器的“Solution”树节点下的图表子项里建立子节点。

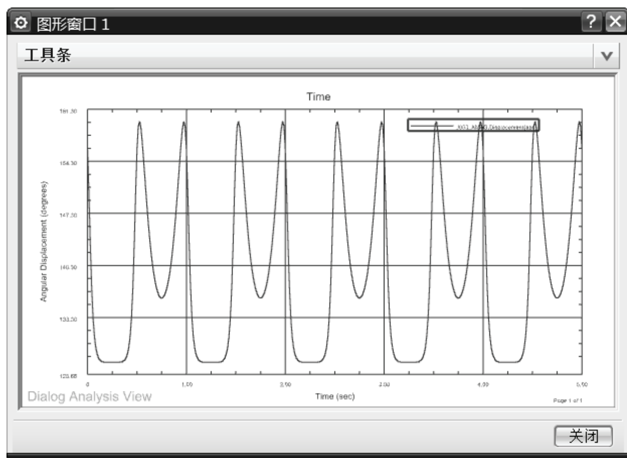


图 10-75　显示运动曲线图的图形窗口

知识点拨：如果在“查看窗口”对话框单击“选择”按钮，则可以用鼠标光标选择用于显示运动曲线的查看窗口。

4 使用同样的方法可以为指定对象创建设定内容的运动曲线图表（如角位移曲线图、角速度曲线图和角加速度曲线图等）。在有些场合，为了方便分析，可以在一张图上生成多种运动曲线。例如把“J003”对象的角位移曲线、角加速度曲线和角速度曲线都生成在同一张图上，则需要在打开“图表”对话框并从“对象”列表中选择“J003”运动模型对象的状态下，先从“请求”下拉列表框中选择“位移”选项，从“分量”下拉列表框中选择“角度幅值”选项，选择“绝对”单选按钮，在“Y 轴定义”选项组单击“添加一条曲线”按钮，添加第一条曲线（角位移曲线）；接着从“请求”下拉列表框中选择“速度”，其他默认，单击“添加一条曲线”按钮以添加第二条曲线（角速度曲线）；再使用同样的方法从“请求”下拉列表框中选择“加速度”，其他默认，单击“添加一条曲线”按钮以添加第三条曲线（角加速度曲线）；此时在“轴定义”选项组的“Y 轴定义”选项卡的列表中可以看到同时加载的 3 条运动曲线信息，如图 10-76 所示。然后单击“确定”按钮，并在弹出的“查看窗口”对话框中单击“新建窗口”按钮，则所定义的 3 条运动曲线同时显示在同一个窗口的同一张“纸”上，如图 10-77 所示。

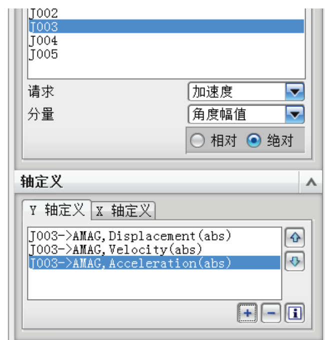


图 10-76　“Y 轴定义”选项卡（添加多条曲线时）

步骤 6　保存文件。

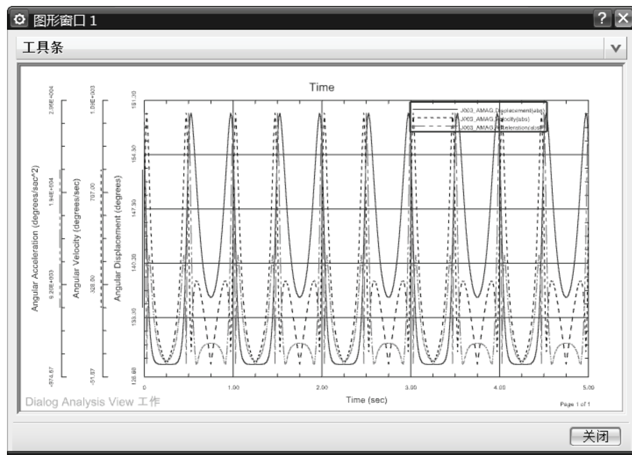


图 10-77　一个窗口同时显示多条运动曲线

10.9　思考与上机练习

1）使用“运动仿真”应用模块可以进行哪些主要工作？

2）在运动导航器中可以进行哪些操作？

3）总结运动仿真分析的基本步骤。

4）在 UG NX 的运动仿真概念中，连杆是指什么？

5）如何理解 UG NX 的连接器和载荷。

6）如何创建运动副并为其定义运动驱动？

7）上机练习：打开配套模型文件“CH10\4jl\bc_10_4gjl.prt”，如图 10-78 所示该模型未添加相应装配约束关系，请切换至“运动仿真”应用模块来创建仿真模型，定义连杆、运动副和解算方案，并对该机构进行基于时间的动态仿真分析。

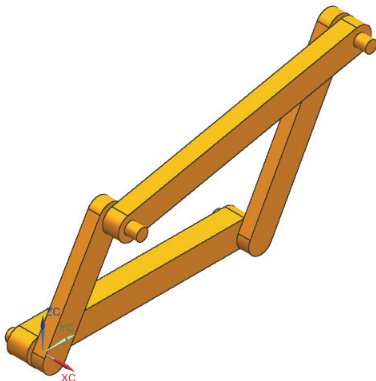


图 10-78　未添加有约束的铰链四杆机构模型

8）上机练习：请自行设计一个简易结构，并对该机构进行运动仿真，要求至少应用到 3 种以上不同的运动副或传动副。

在线互动交流平台

官方微博：http://weibo.com/cmpjsj
官方博客：http://blog.sina.com.cn/cmpbookjsj
读者信箱：cmp_itbook@163.com

精通UG NX 9.0机械设计






SolidWorks系列
AutoCAD系列
Creo 系列
UG系列
CATIA系列
MATLAB系列
ANSYS系列
Mastercam系列

UG系列已出版

- 精通UG NX 9.0机械设计
- UG NX 9.0基础教程
- UG NX 9.0入门•进阶•精通
- UG NX 8.5模具设计入门与提高
- UG NX 8.5数控加工入门与提高
- UG NX 8.5入门与范例精通
- UG NX 8.0中文版数字样机技术及其应用实例（入门与提高）
- UG NX 8.0完全自学手册 第2版
- UG NX 8.0典型实例解析 第3版
- UG NX 7.5基础应用与范例解析 第3版
- UG NX 7.5完全自学手册
- UG NX 7.0新手入门与范例精通
- UG NX 7.0模具设计从入门到精通
- UG NX 7.0有限元分析入门与实例精讲
- UG NX 6数控加工入门与实例精讲
- UG NX 6典型实例解析 第2版
- UG NX 5.0 CAM实例解析
- UG 5.0典型实例解析
- UG NX 4.0基础应用与范例解析 第2版

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 计算机/辅助设计

ISBN 978-7-111-47492-0

策划编辑◎ 张淑谦 / 封面设计◎



扫一扫加入微信公众平台
更多、更快获取最新图书资讯



ISBN 978-7-111-47492-0



定价：65.00元（含1DVD）